



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

IMPORTÂNCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTORIZADA DE FEIXE CÓNICO (CBCT) NO DIAGNÓSTICO PRECOCE DE REABSORÇÕES RADICULARES

Trabalho submetido por
Pedro Diogo Lopes Manso
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

outubro de 2017



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

IMPORTÂNCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTORIZADA DE FEIXE CÔNICO (CBCT) NO DIAGNÓSTICO PRECOCE DE REABSORÇÕES RADICULARES

Trabalho submetido por
Pedro Diogo Lopes Manso
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Professor Doutor Paulo João Bela Teiga de Durão Maurício
e coorientado por
Mestre José Paulo de Sousa Dias Dinis da Fonseca

outubro de 2017

Agradecimentos:

Ao meu orientador, Prof.º Doutor Paulo Maurício, e ao meu coorientador Mestre José Paulo Fonseca por toda a ajuda, disponibilidade, sabedoria, sentido crítico, rigor e preocupação, sem os quais esta dissertação não teria sido possível.

Ao meu pai e minha mãe, por todos os esforços e sacrifícios que fizeram por mim ao longo da minha vida de forma a proporcionarem sempre o melhor para a minha felicidade e formação. Por todos os valores que me transmitiram, educação, apoio, ajuda, conselhos, ensinamentos e palavras sábias que me deram, de forma a ultrapassar todos os obstáculos que se interpunham na minha vida, formando o homem que sou hoje. São um exemplo para mim e estarei eternamente grato por tudo, tenho um orgulho enorme em vocês!

À Micas e às minhas irmãs Maria e Benedita, por me fazerem sentir o filho e irmão mais feliz e babado do mundo. Por toda a alegria, convivência e amizade que demonstram e todos os momentos únicos de lazer e brincadeira que temos. Por todo o incentivo, amor e espírito de família que me dão na vida.

Aos meus avós Diamantino, Manuela, Eduardo e Deolinda, meus segundos pais, por todo o tempo que disponibilizaram para tomar conta de mim e por todos os valores que me transmitiram na minha educação e formação como ser humano.

Aos meus padrinhos Fernando e Ana, à minha tia Ivone e aos meus primos Sara, Gonçalo e André que constituem um pilar muito importante na minha vida, dando-me sempre todo o apoio e força necessária para que conseguisse chegar até aqui.

À Leonor, além de namorada, a minha melhor amiga. Alguém que eu sei que posso sempre contar, que está sempre comigo. Todo o amor, carinho, alegria, amizade, cumplicidade que me transmite, fazendo de mim o homem mais feliz e realizado do mundo por saber que tem um porto seguro a seu lado para a vida. Por toda a ajuda, paciência, força e motivação que me deu para que tudo isto fosse possível. Por todos aqueles momentos em que consegue transformar algo impossível no possível, ensinando-me, incentivando-me e dando-me confiança para me tornar um ser humano mais forte e conseguir realizar tudo o que idealizo.

Ao Bernardo, Pedrosa, Cláudia, Limão, Leo Marinho, Cambeta, Tomás, Beatriz, Gordalina e DS por todos os momentos que passámos e por toda a amizade e companheirismo que desenvolvemos ao longo destes cinco anos, formando este grupo incrível que levo para a vida, os “*Let It*”. Ao resto dos meus amigos que me acompanham e me apoiam desde sempre na minha vida.

Ao Externato Marista de Lisboa e ao Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz por terem sido as duas instituições que me acolheram ao longo de todos estes anos contribuindo, e muito, para a minha educação e formação.

Resumo

A presente dissertação no âmbito da conclusão do Mestrado Integrado em Medicina Dentária do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, teve como principal objetivo, a análise, apresentação e classificação das características de vários tipos de reabsorção radicular e ainda, conhecer e compreender as complicações desta situação, assim como alertar para o indispensável acompanhamento que estas e as restantes lesões requerem.

A elaboração de uma boa história clínica, que reúna a maior quantidade de informação imprescindível para atingir um diagnóstico acertivo e plano de tratamento adequado, poderão minimizar as possíveis complicações provocadas pela reabsorção radicular.

O Rx convencional até agora é uma ferramenta muito utilizada e útil na construção de um diagnóstico preciso em Medicina Dentária e ainda a mais utilizada comparativamente a qualquer outro método de imagiologia. No entanto, a dificuldade de visualização de determinadas regiões e o facto da imagem ser bidimensional (2D) podem dificultar a execução do diagnóstico mais apropriado em casos mais específicos e complicados.

Para poder ser possível ultrapassar as limitações, tem sido cada vez mais utilizada a Tomografia Computadorizada de Feixe Cónico (CBCT) que permite a visualização tridimensional (3D) das imagens com grande definição, assim é possível diagnosticar e observar, por exemplo, reabsorções radiculares de uma forma muito precisa.

Palavras chave: Diagnóstico, Reabsorção Radicular, Rx, Tomografia Computadorizada de Feixe Cónico.

Abstract

The present dissertation in the scope of the conclusion of the Integrated Masters in Dental Medicine of the Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, had as main objective, the analysis, presentation and classification of the characteristics of several types of root resorption and to know and understand the complications of this situation, as well as to alert to the indispensable accompaniment that these and the other injuries require.

The elaboration of a good clinical history, which brings together the greatest amount of information essential for the accomplishment of an accurate diagnosis and adequate treatment plan, may minimize the possible complications caused by root resorption.

The common Rx is still a very used and useful tool in the construction of a precise diagnosis in Dental Medicine and still the most used in comparison to any other method of imaging. However, the difficulty of visualizing certain regions and the fact that the image is two-dimensional (2D) may make it difficult to perform the most appropriate diagnosis in more specific and complicated cases.

In order to be able to overcome these limitations, Cone Beam Computed Tomography (CBCT) has been used to allow three-dimensional (3D) visualization of the images with great definition, and it is possible to diagnose and visualize, for example, root resorption in a very precise way.

Keywords: Diagnosis, Radicular Resorption, Rx, Cone Beam Computed Tomography

Índice Geral

I-	Introdução	13
II-	Desenvolvimento	15
1.	Evolução da Imagiologia	15
2.	Imagiologia Convencional (2D)	17
3.	Tomografia Computorizada de Feixe Cónico (3D)	24
3.1.	Modo de Processamento da Imagem	26
3.2.	Classificação de equipamentos	32
3.3.	Field of View (FOV)	33
3.4.	Princípio ALARA	37
3.5.	Radiação: Exposição e Dose	38
3.6.	Vantagens da CBCT	40
3.7.	Desvantagens/Limitações da CBCT	41
4.	Reabsorção Radicular	42
4.1.	Reabsorção radicular Fisiológica (RRF)	44
4.2.	Reabsorção Radicular Patológica (RRP)	45
4.3.	Reabsorção radicular Interna (RRI)	47
4.4.	Reabsorção radicular Externa (RRE)	50
4.4.1.	Dentes em erupção	54
4.4.2.	Tratamento ortodôntico	55
4.4.3.	Dentes ectópicos	58
4.4.4.	Tumores e quistos	60
4.4.5.	Traumatismos	61
4.4.5.1.	Lesões após traumatismo dos tecidos periodontais	62
4.4.5.2.	Lesões após fraturas radiculares	63
4.4.5.3.	Lesões após avulsão e reimplante	64
4.4.6.	Branqueamento dentário	65
5.	Diagnóstico	67
5.1.	Diagnóstico de RRI	69
5.2.	Diagnóstico de RRE	70
III-	CONCLUSÃO	75
IV-	BIBLIOGRAFIA	77

Índice de Tabelas

Tabela 1- Tipo de CBCT vs Tamanho do Fov	33
Tabela 2- Dose de radiação efetiva que o paciente está sujeito nos diversos tipos de exames radiográficos em Medicina Dentária	39
Tabela 3- Resumo sobre a Reabsorção Radicular Interna	49
Tabela 4- Resumo sobre a Reabsorção Radicular Externa.....	51
Tabela 5- Resumo de sinais radiográficos de Reabsorção Externa e Interna	68

Índice de Figuras:

Figura 1- Primeira radiografia realizada vs Radiografia atual de uma mão.....	15
Figura 2 - Primeira radiografia dentária, executada pelo Dr.Otto Walkoff.....	16
Figura 3- Importância do CBCT na detecção do MV2.	18
Figura 4- Incisão do feixe de raio X.....	19
Figura 5- Técnica do paralelismo.....	19
Figura 6- Ampliações resultantes de um cone curto e de um cone longo.	20
Figura 7- Técnica de Isometria.....	20
Figura 8- Técnica da Bissetriz.....	21
Figura 9- Técnica da Bissetriz utilizando o princípio da isometria.....	21
Figura 10- Técnica de Clark.....	22
Figura 11- Posicionadores Han-Shin.....	22
Figura 12 - Posicionadores Rinn XCP.....	23
Figura 13 - Componentes do posicionador radiográfico	23
Figura 14 - O movimento do CBCT para aquisição de imagens.....	25
Figura 15 - Obtenção de vóxeis a partir do CBCT.....	33
Figura 16- Voxel como pixel em 3D.....	27
Figura 17- Voxéis isotrópicos vs anisotrópicos.....	28
Figura 18- Etapas do processamento de imagem	30
Figura 19- Captura de dados pelo CBCT.	31
Figura 20- Cortes seccionais do CBCT em diferentes perspectivas..	31
Figura 21- Transformação dos dados em forma de voxéis para reconstrução de imagens 3D.	31
Figura 22 - Aparelhos de CBCT híbridos.....	32

Figura 23- Diferentes aparelhos de CBCT e suas posições para a realização do exame.	33
Figura 24- Dimensões do volume de digitalização (FOV) estão relacionadas com o tamanho e forma do detetor.	34
Figura 25- Dimensões do FOV segundo a zona a ser radiografada.	35
Figura 26- FOV em diferentes áreas.	35
Figura 27- Diversas variações da FOV.	36
Figura 28- Forma de aquisição de um FOV estendido utilizando um detetor de tela plana.	36
Figura 29- Corte coronal e axial do CBCT demonstrando uma limitação do mesmo. .	42
Figura 30- Reabsorção radicular externa e interna.	43
Figura 31- Reabsorção radicular fisiológica vs Incompleta formação da raiz.	45
Figura 32- Reabsorção radicular patológica por inflamação e por substituição	46
Figura 33- Reabsorção radicular interna.	47
Figura 34- Reabsorção interna, “ponto cor de rosa”.	48
Figura 35 - Radiografia periapical do dente 4.1.	49
Figura 36- Diferentes cortes de um CBCT.	49
Figura 37- Ortopantomografia sugestiva de reabsorção interna e reabsorção cervical. .	51
Figura 38- Reabsorção pós tratamento ortodôntico.	53
Figura 39- Diferentes imagens radiográficas utilizando o CBCT e a ortopantomografia.	53
Figura 40- Reabsorção do molar decíduo pelo permanente sucessor.	55
Figura 41- Reabsorção radicular de um canino decíduo durante a erupção do permanente.	55
Figura 42- Ativação de um aparelho ortodôntico.	56
Figura 43- Reabsorção radicular após o uso de aparelho ortodôntico.	57

Figura 44- Classificação do grau de reabsorção radicular segundo Levander e Malmgren.	57
Figura 45- Reabsorção radicular após uso de aparelho ortodôntico.....	58
Figura 46- Caninos ectópicos.	59
Figura 47- Radiografia periapical de um canino ectópico, usando a Técnica de Clark.	59
Figura 48- CBCT de um canino ectópico.....	60
Figura 49- Fraturas de esmalte e Avulsão dentária.	62
Figura 50- Vários tipos de lesões traumáticas.....	64
Figura 51- Branqueamento pela técnica “Walking bleach”	66
Figura 52 - Diagnóstico de RRI através do CBCT e raio X convencional.....	69
Figura 53- Imagem de RRI de um corte transversal de CBCT.	70
Figura 54- Corte transversal de CBCT onde se observa RRE do molar.	72
Figura 55- CBCT: Reabsorção radicular externa vs reabsorção radicular interna.	72

Lista de Abreviaturas

ALARA- *As Low As Reasonably Achievable*

CBCT- Tomografia computadorizada de Feixe Cônico

CCD- *Charged-Coopled Device*

cm- Centímetros

DICOM- *Didital Imaging and Communication in Medicine*

FDK- *Feldkamp-Davis-Kress*

FOV- *Field of View*

H₂O₂- Peróxido de hidrogênio

mm- Milímetros

mSv- Micro Sieverts

MV2- Segundo canal Mesio-vestibular

NaBO₃ - Perborato de sódio

ROI- Região de interesse

RR- Reabsorção Radicular

RCE- Reabsorção Cervical Externa

REI- Reabsorção Externa Inflamatória

RRE- Reabsorção Radicular Externa

RRF- Reabsorção Radicular Fisiológica

RRI- Reabsorção Radicular Interna

RRP- Reabsorção Radicular Patológica

RES- Reabsorção Externa de Superfície

RCE- Reabsorção Cervical Externa

RVG- Sistema de Radiovisiografia

Rx- Raio X

Sv- Sieverts

TC- Tomografia Computorizada

2D- Duas Dimensões

3D- Três Dimensões

I- Introdução

O tema que pretendo apresentar neste trabalho é a reabsorção radicular (RR) como sendo um processo relativamente frequente e que pode ser diagnosticado de diversas formas, podendo destacar a utilização do Rx e a Tomografia Computorizada de Feixe Cônico (CBCT).

A RR é destacada em dois tipos: patológico e/ou fisiológico. A reabsorção radicular fisiológica (RRF) consiste na perda de tecido dentário mineralizado como o cemento e dentina, da superfície interna ou externa do dente, em consequência da ação dos clastos. A RRF é um processo que ocorre de forma comum na dentição decídua.

Em relação à reabsorção radicular patológica (RRP), pode ser subdividida em inflamatória ou por substituição. A RPP por inflamação é originada por um agente agressor ou traumático, enquanto que a reabsorção radicular por substituição é um tipo inflamatório de rizólise que origina a substituição do tecido radicular por osso (Consolaro, 2011), (Durack C, 2012).

Outra classificação para a RR é em interna (RRI) ou externa (RRE), de acordo com a sua localização. Em relação à RRI, esta tem início no interior do canal radicular e caso não seja detetada precocemente, pode levar à perfuração da raiz, ao contrário da RRE que tem início na superfície radicular. O diagnóstico precoce é o mais importante para evitar a possível perda do dente. (Sierra-Lorenzo, Herrera-Garcia, Alonso-Ezpeleta, e Segura-Egea, 2013).

O diagnóstico através de Rx permite a observação de áreas radiotransparentes, o estado do ligamento periodontal e a análise da existência de cáries (Esposito et al., 2013).

Quando as imagens radiográficas são de elevada qualidade, podemos obter diagnósticos mais rigorosos, uma vez que conseguimos conhecer de uma forma mais concreta a anatomia interna do dente e das suas estruturas adjacentes.

Os exames por imagens são essenciais para podermos realizar um diagnóstico e plano de tratamento corretos nos diversos casos clínicos. Apesar de serem muito usadas, as radiografias convencionais reproduzem imagens com informações restritas, pois projetam num único plano todas as estruturas, além de apresentarem algumas deficiências

no contraste e nitidez, o que pode modificar a interpretação radiográfica (Cotton, Geisler, Holden, Schwartz, & Schindler, 2007).

Perante a existência destas restrições, foram desenvolvidas novas técnicas de reconstrução de imagens para permitirem uma visualização 3D de várias estruturas. Desta forma, a tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT) foi uma das grandes inovações na medicina dentária, pois utiliza menor radiação x e permite a obtenção de imagens em 3D em diferentes planos, permitindo um diagnóstico mais concreto e um plano de tratamento mais eficaz e rigoroso (Estrela, Bueno, Azevedo, Azevedo, & Pécora, 2008).

A qualidade muito superior da CBCT comparativamente com as radiografias usuais tem sido bastante mencionada em diversos artigos, podendo ser destacada relativamente as radiografias periapicais (Estevez et al., 2010) (S. Patel, 2009).

Os métodos radiográficos convencionais dificultam a realização do diagnóstico clínico e radiográfico da reabsorção radicular e consequentemente podem originar falsos-negativos, uma vez que ocorre frequentemente sobreposição de estruturas, sendo este aspeto uma limitação deste tipo de radiografias. Por sua vez, a CBCT cada vez tem mais evidências de ser o melhor método para avaliar a RR, devido ao facto de reproduzir imagens em 3D (Durack, Patel, Davies, Wilson, & Mannocci, 2011).

II- Desenvolvimento

1. Evolução da Imagiologia

A imagiologia é a ciência que estuda e investiga objetos ou corpos obtidos das imagens que resultam do exame de Raio X. A medicina foi a área onde a imagiologia deu a conhecer mais aplicações até hoje.

A 8 de Novembro de 1895, o Professor Wilhelm Conrad Roentgen constatou, pela primeira vez, a produção de raios X durante o seu trabalho com um tubo de raios catódicos, circundado por uma caixa de cartão negra (Figura 1). O professor entendeu que sempre que o tubo funcionava, uma película emitia luz, mostrando assim que a luminescência era causada por raios invisíveis. A estes raios deu o nome de raios “X” pois esta letra era regularmente aplicada em equações matemáticas representando incógnitas desconhecidas. (Almeida, Arede, & Vieira, 2008).

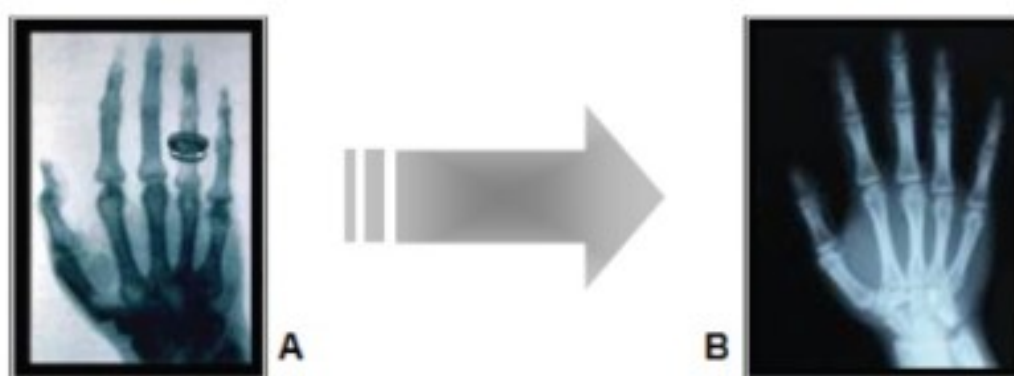


Figura 1- Primeira radiografia realizada vs Radiografia atual de uma mão.

Primeira radiografia de sempre realizada por Wilhelm Conrad Roentgen representando a mão de sua esposa Bertha Roentgen (A). Radiografia atual de uma mão (B).

Em meados de 1896, Roentgen efetuou uma radiografia a um braço fraturado, provando assim a enorme utilidade e poder de diagnóstico que a sua descoberta poderia oferecer para o futuro. A descoberta de Roentgen desencadeou um grande despertar de interesse na área da medicina pois seria possível agora usar radiação no estudo do corpo humano (Miguel, Castilho, Alves, & Lopreto, 1895).

No seguimento desta invenção, 14 dias após a descoberta dos raios X, o Dr.Otto Walkoff executou o primeiro raio x dentário da história, a si próprio (Figura 2).

Neste raio x (roentgenograma), Walkoff, teve um tempo de exposição de 25 minutos, no entanto, também teve outros inconvenientes, como a queda de cabelo (Forrai, 2007).



Figura 2 - Primeira radiografia dentária, executada pelo Dr.Otto Walkoff. Fonte: (Forrai, 2007)

Foi o começar de uma nova era para a Medicina Dentária em que os profissionais tinham agora um novo meio auxiliar em que conseguiam absorver os resultados dos seus tratamentos e diagnosticá-los com maior precisão (Almeida et al., 2008).

Em 1987, o Dr. Francis Mouyen inventou o primeiro sistema de radiovisiografia (RVG) com a substituição da película ou filme radiográfico por um *Charged-Coopled Device* (CCD) dando início à era digital na Medicina Dentária.

Este sistema consiste na captura de imagens radiográficas utilizando um diapositivo que a transforma em sinais eletrônicos, armazenando a imagem em computador. Pode-se verificar cerca de menos 70% de exposição à radiação do que o raio X convencional.

Hoje em dia, mesmo com os progressos nas películas convencionais como *as F-speed*, os sensores CCD obtêm uma imagem com menos 20% de radiação (Fidanoski, 2007).

O Dr.Walter Konig em 1896 executou várias radiografias dentárias cuja qualidade de imagem foi bastante melhor do que as feitas pelo Dr.Walkoff, sendo que o aspeto mais relevante foi que o tempo de exposição diminuiu significativamente de 25 para 3 minutos. Nasceu assim a radiografia oral e facial.

O primeiro filme de raios X dentário foi lançado pela Kodak em 1919, preparado para a exposição direta de raio X (Molteni, 2014).

Em 1966, na Europa, surgiu o *Cone Beam Computed Tomography* (CBCT). Este aparelho permite a visualização de imagens a três dimensões ao mesmo tempo que nos apresenta a possibilidade de diferentes cortes em qualquer plano. Muitos profissionais consideram que a CBCT será usado como principal método auxiliar de diagnóstico na imagiologia, dentro de 2 anos (Clinicians Report, 2014).

2. Imagiologia Convencional (2D)

As imagens radiográficas convencionais (2D) proporcionam uma interpretação bidimensional de um objeto ou estrutura tridimensional (3D), (Estrela *et al.*, 2014) .

Em casos em que nos deparamos com uma anatomia dentária complexa ou mesmo com estruturas dentárias circundantes, característicos de uma imagem tridimensional, fazem com que a interpretação de sombras em 2D seja dificultada. Ou seja, estamos perante uma imagem radiográfica limitada relativamente a profundidades e localizações precisas de estruturas (Scarfe, Levin, Gane, & Farman, 2009).

A propagação de raio X para um filme digital ou analógico, necessita da união de fatores posicionais num equilíbrio de posições entre o aparelho de Rx, a localização a ser radiografada e a película radiográfica. Se no processo de produção de imagem houver algum comprometimento destes fatores mencionados, a imagem resultante pode surgir com distorção, ou seja, com menor qualidade ou erros geométricos, levando à má interpretação e ao consequente erro de diagnóstico (S. Patel, Dawood, Pitt Ford, & Whaites, 2007).

Variações morfológicas e anatómicas, sobreposição de estruturas, várias angulações de raios X e ajuste de contraste, são exemplos de limitações que os raio X periapicais apresentam, apesar da enorme necessidade e intensidade da utilização dos mesmos (Durack C, 2012).

Na Endodontia, por exemplo, é muito importante a identificação de todos os canais radiculares para que se necessário possam ser instrumentados e obturados para o sucesso do tratamento endodôntico. Nos primeiros molares superiores, a prevalência da existência de um segundo canal mesio-vestibular (MV2) pode variar entre 69% a 93% dependendo do estudo aplicado.

A radiografia bidimensional apresenta aqui uma limitação em detetar este segundo canal, podendo mesmo identifica-lo apenas até cerca de 55% dos mesmos. No entanto, vários estudos confirmaram que a deteção do MV2 pela radiografia tridimensional (Figura 3) apresenta uma percentagem de 93.3%, sendo bastante superior à radiografia bidimensional (Scarfe *et al.*, 2009).

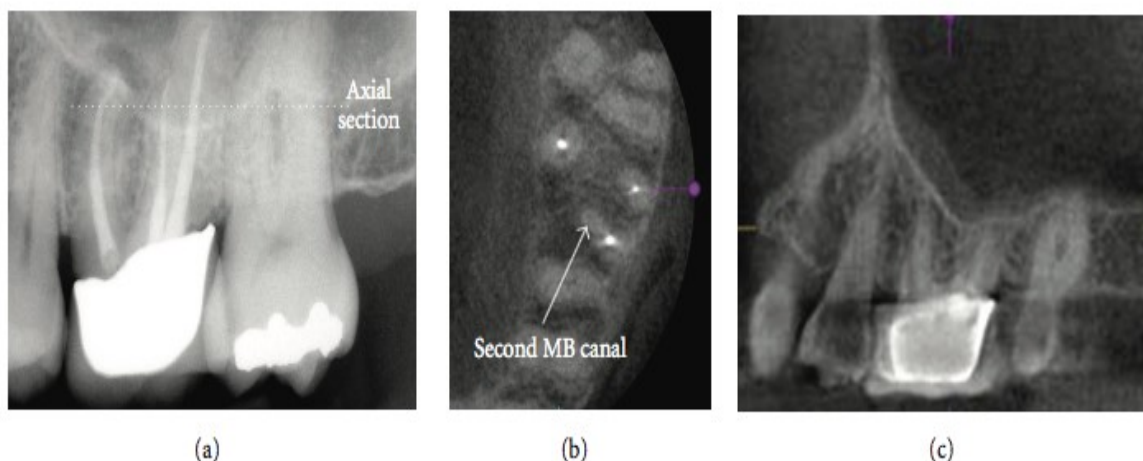


Figura 3- Importância do CBCT na deteção do MV2.

Podemos verificar que no exame radiográfico periapical inicial feito no primeiro molar superior, que já tinha sido tratado anteriormente, não foi encontrado nenhum canal MV2. Contudo foi detetada uma lesão periapical (a). Conseguimos verificar a presença de sobreposição de contactos interproximais entre o primeiro e segundo molar indicando uma distorção geométrica no plano horizontal. (a). Na imagem em CBCT, axial (b) e parasagital (c), consegue-se demonstrar de forma clara a presença de um quarto canal, MV2, que não foi tratado previamente. Fonte: (Scarfe *et al.*, 2009)

Shokri *et al.*, (2013) verificou que a radiografia convencional periapical não deteta lesões com menos de 0.3mm de profundidade e 0.6mm de diâmetro. Este facto mais uma vez comprova a utilidade da radiografia com imagens em 3D capaz de detetar este tipo de lesões e por sua vez a incapacidade da radiografia convencional a duas dimensões.

Inúmeras vezes, as radiografias convencionais (2D) possibilitam a identificação de lesões periapicais, apenas quando estas já estão numa fase avançada. Um exemplo é quando estamos perante casos de reabsorção radicular, a anatomia pode fazer com que haja uma desvalorização do tamanho da lesão e reabsorção. Este facto é uma grande desvantagem pois muitas vezes o tratamento precoce de certas lesões evita o seu desenvolvimento (Diapos;Addazio *et al.*, 2011).

Para serem realizadas radiografias periapicais, deve-se recorrer a técnicas que ajudem a obter uma representação mais exata do objeto de interesse, tais como a Técnica do Paralelismo, a Técnica da Bisettriz ou a Técnica de Clark.

Na Técnica do Paralelismo, também chamada “Técnica de Ângulo” ou “Técnica de Cone Longo”, o filme encontra-se paralelo ao eixo longitudinal do dente, enquanto que o raio X incide de forma perpendicular ao longo eixo de ambos, permitindo a obtenção de imagens com menor distorção e o mais semelhante possível ao objeto radiografado, (Figura 4, 5 e 6) (Gupta *et al.*, 2014).

Esta técnica tem vindo cada vez mais a substituir a técnica convencional da bisettriz, pois faz com que a qualidade de imagem seja melhor e com que exista uma menor taxa de repetição ao executar cada uma delas (Dellazzana, Emidio, & Silva, 2015).

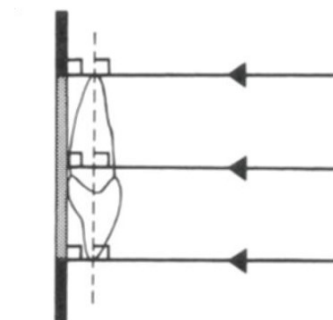


Figura 4- Incisão do feixe de raio X.

O feixe de raio X está a incidir de forma perpendicular ao filme e ao objeto (dente). Fonte: (Whaites, 2003)

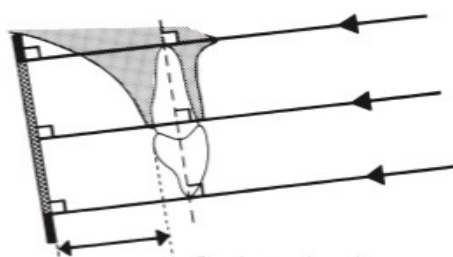


Figura 5- Técnica do paralelismo.

O filme está paralelo ao longo eixo do dente enquanto que os feixes de radiação incidem de forma perpendicular ao mesmo. Verifica-se uma correta colocação do filme radiográfico tendo em conta a angulação do palato. Fonte: (Gupta *et al.*, 2014)

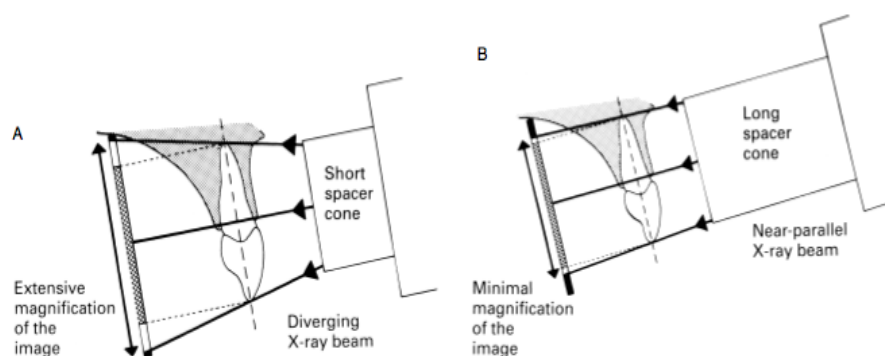


Figura 6- Ampliações resultantes de um cone curto e de um cone longo.

Na figura observam-se as diferentes ampliações de imagem resultantes da utilização de um cone curto em que os feixes de radiação são divergentes (A) e de um cone longo em que os feixes de radiação são paralelos (B).

Fonte: (Gupta *et al.*, 2014)

Relativamente à Técnica da Bissetriz ou “Técnica da Isometria”, descoberta por Cieszynski em 1907, é uma que está baseada no princípio geométrico que reconhece que dois triângulos são iguais se possuírem dois ângulos iguais e um lado comum (Regra de Scieszynsk oflsometry), (Figura 7). Esta regra é aplicada de forma a obter as diversas angulações verticais corretas do cone (Gupta *et al.*, 2014).

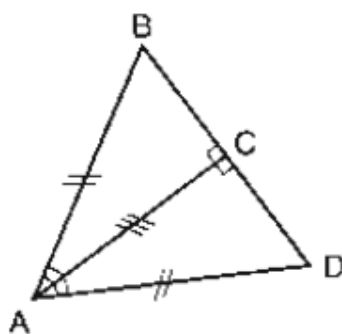


Figura 7- Técnica de Isometria

O ângulo A é intersetado pela linha AC. Esta linha é perpendicular à linha BD. Verifica-se ângulos iguais como (DAC e CAB) e (ACD e ACB). Como existem dois triângulos com dois ângulos iguais e um lado comum, pode-se então dizer Fonte: (Gupta *et al.*, 2014)

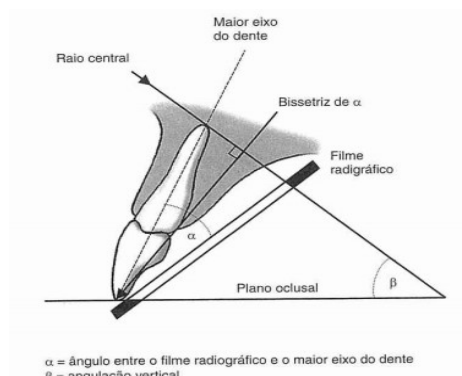


Figura 8- Técnica da Bissetriz

Verificamos a Técnica da Bissetriz podendo ver o feixe de raio X perpendicular à bissetriz do ângulo formado pelo filme e o objeto (dente). Fonte: (<http://www.radioinmama.com.br/odontologico.html>).

É uma técnica sensível ao operador onde o feixe de raio X deve ser colocado perpendicularmente à bissetriz do ângulo formado pelo filme e pelo objeto (Figura 8 e 9), com fim de que o resultado radiográfico apresentado tenha o mesmo comprimento e as mesmas proporções do objeto examinado (Coelho, Santos, & Sumas, 2008).

Em 1910, Clark deu a conhecer a sua técnica tendo esta sido denominada por Técnica de Clark ou Deslocamento Horizontal ou Princípio do Paralaxe. Esta técnica considera a variação do ângulo horizontal de incidência do raio X. Ou seja, realizam-se duas incidências periapicais e modifica-se a angulação horizontal dos raios X de uma delas. O foco desloca-se para mesial ou distal, sendo que a estrutura que segue o seu deslocamento encontra-se por palatino em relação às estruturas adjacentes, e a estrutura que se move no sentido contrário encontra-se por vestibular em relação às estruturas adjacentes.

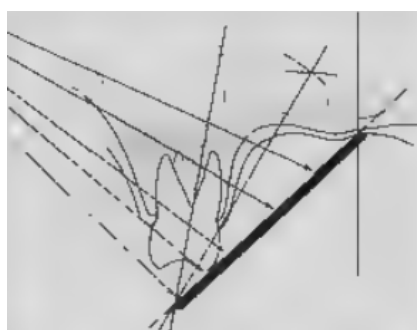


Figura 9- Técnica da Bissetriz utilizando o princípio da isometria

Na Técnica da Bissetriz usa-se o Princípio da Isometria. O feixe radiográfico está perpendicular à linha da bissetriz originada pelo ângulo formado pelo longo eixo do dente e pelo plano da película radiográfica. Fonte: (Gupta *et al.*, 2014)

Considera-se então o Princípio de Paralaxe, onde o objeto que se encontra mais afastado acompanha o observador, enquanto que o mais próximo se afasta do observador fazendo o movimento contrário.

A Técnica de Clark está indicada essencialmente para localizar dentes inclusos, corpos estranhos, canais radiculares, fraturas radiculares e processos patológicos (Settanni, 2004).

O posicionamento do filme radiográfico, a distância entre o foco, o filme e o objeto e a angulação do localizador do aparelho de raio X são fatores que contribuem para auferir radiografias precisas e de elevada qualidade (Figura 10), (Caldeira *et al.*, 2004).

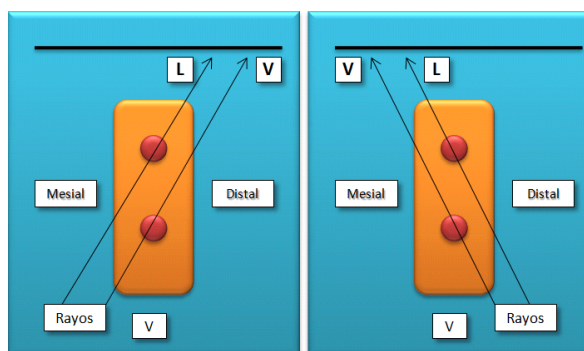


Figura 10- Técnica de Clark

Verifica-se que o objeto mais longe acompanha o observador enquanto que o mais próximo se afasta do observador, fazendo o movimento contrário. Fonte:

(<http://fundamentosderadiologia.blogspot.pt/p/tecnicas-radiograficas-en-pediatria-y.html>)

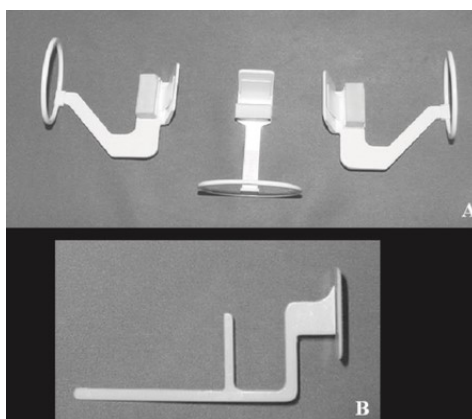


Figura 11- Posicionadores Han-Shin.

Para periapical de anteriores e posteriores (A) para interproximais (B). Fonte: (Coelho *et al.*, 2008).

Sendo assim, para além de ser necessário ter em atenção o correto posicionamento do filme radiográfico (Figuras 11 e 12), podem-se usar instrumentos chamados posicionadores radiográficos ou suportes radiográficos, que têm o papel de auxiliar na estabilização para a obtenção das angulações necessárias, tornando assim as técnicas mais simples e exatas. Estes instrumentos permitem evitar erros comuns como angulações defeituosas, permitindo a aquisição de imagens com melhor qualidade para a realização de um melhor diagnóstico. No entanto, como estes instrumentos requerem elevada complexidade de manuseio (Figura 13) ao executar a técnica e necessitam de cooperação do paciente, por vezes pode não ser possível alcançar radiografias de qualidade elevada como o pretendido (Coelho *et al.*, 2008).

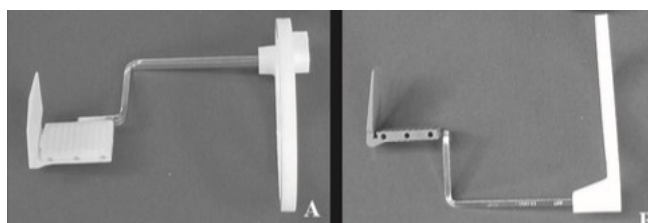


Figura 11 - Posicionadores Rinn XCP.

Para periapical de posteriores (A), para anteriores (B) Fonte: (Coelho *et al.*, 2008)



Figura 10 - Componentes do posicionador radiográfico (posicionador RH para isolamentos absolutos). Fonte: (Dellazzana *et al.*, 2015).

Segundo Tyndall & Kohltfarber, (2012), tanto as radiografias convencionais como as periapicais ou bitewings, conseguem ser bastante importantes na visualização mesial-distal. No entanto, estas são insatisfatórias na obtenção de imagens radiográficas no sentido vestibular-lingual.

3. Tomografia Computorizada de Feixe Cônico (3D)

O CBCT foi inicialmente desenvolvido para a aplicação na angiografia, sendo que em 1998 foi criada a primeira unidade que foi especificamente obtida para a prática na Medicina Dentária. Este surgiu como resultado do avanço da tecnologia (Khambete & Kumar, 2015).

A Tomografia Computorizada de Feixe Cônico é uma técnica de aquisição de imagens em três dimensões, com maior resolução e qualidade, surgindo para ultrapassar limitações radiográficas de imagens a duas dimensões, (Scarfe *et al.*, 2009). Esta técnica radiográfica possibilita a obtenção de imagens em 3D, através da junção de várias imagens, permitindo uma visão da região maxilofacial e da cavidade oral em qualquer que seja o plano (Salgado & Correia, 2012).

Com a CBCT é permitida a visualização não só do plano axial como também em duas dimensões nos planos sagital, coronal e oblíquo ou curvo. Isto é possível devido a um processo que consiste na reconstrução de imagem, através dos vários planos com elevada qualidade, nitidez e resolução. Quando estamos perante imagens de estruturas que apresentam grande contraste, o CBCT é uma mais valia pois fornece imagens com grande nitidez, sendo por isso uma grande ajuda no diagnóstico de tecidos duros da região maxilofacial (Khambete & Kumar, 2015).

Pode-se verificar a existência de dois tipos de Tomografia Computorizada, tal como a Tomografia Computorizada (TC) e a Tomografia Computorizada de Feixe Cônico (CBCT). A técnica utilizada pelo CBCT necessita de uma dose de radiação mais baixa em relação à TC e está cada vez mais a ser usada na Medicina Dentária nas diversas áreas. Ambos permitem a aquisição de imagens nos diferentes cortes possíveis.

A CBCT captura todo o tipo de estruturas ósseas na forma de um só volume de crânio, mandíbula e maxila originando imagens muito precisas que apresentam grande redução de artefactos metálicos. Para isto, este aparelho utiliza um feixe de raios X com o formato de um cone (sendo a razão para o nome da técnica).

Já a TC para a obtenção de uma imagem radiográfica, utiliza um feixe de raios X com o formato de um leque ou mesmo diversos cortes individuais (Cotton *et al.*, 2007).

Na CBCT uma fonte de raio X move-se em torno de um eixo que se apresenta fixo e está dentro da região de interesse (ROI). O campo de visão (FOV) é obtido enquanto são feitas diversas sequências de exposição e projeção de imagens num arco entre 180° e 360°. Em apenas uma rotação, a CBCT consegue obter de forma imediata e clara, imagens de qualidade precisa a três dimensões (Scarfe *et al.*, 2009). Qualquer que seja a radiografia obtida, é transferida para um computador que vai construir e mostrar imagens de elevada qualidade a 3D num monitor (Figura 14). Na maioria das vezes, as imagens obtidas são sem distorções e de alta qualidade, pelo que se confirma a eficácia da técnica (Farschey & Zia, 2011).

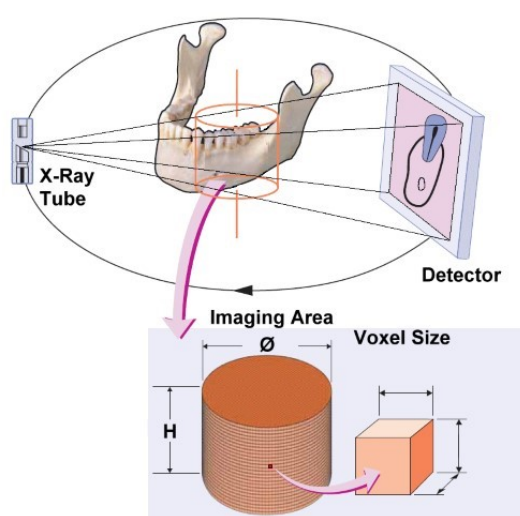


Figura 12 - O movimento do CBCT para aquisição de imagens.

A CBCT dirige-se à volta de uma região de interesse (ROI) fixa, enquanto são obtidas diversas imagens num arco de 180° a 360°. As imagens são transmitidas para um computador que vai exibi-las com grande qualidade. Fonte: (<http://faculty.ksu.edu.sa/As>)

O CBCT foi assim um aparelho radiográfico que veio revolucionar a Medicina Dentária. Através da informação 3D que este fornece, pode-se encontrar elevadas melhorias no diagnóstico de certos tipos de doenças, bem como a sua multifuncionalidade nas diversas áreas clínicas em Medicina Dentária. Além disso, o uso de menores doses de radiação por este aparelho torna-se uma vantagem em relação à TC (Pauwels, 2015).

3.1. Modo de Processamento da Imagem

Todas as imagens tridimensionais, principalmente aquelas que nos possibilitam ter um diagnóstico exato e correto, necessitam de ter elevada resolução de contraste, sendo esta definida como a tendência de diferenciação de localizações de imagem que se distinguem em densidade (Nair & Nair, 2007).

Enquanto se dá o processo de captura e construção da imagem, uma fonte de raio X cônico divergente é emitida para uma zona chamada região de interesse (ROI). Na região de interesse podem ser captadas de múltiplos ângulos informações tais como a densidade e a forma das suas estruturas (Abramovitch & Rice, 2014). Passando nesta zona, o feixe vai ser projetado no detetor de raio X, que executa um movimento de rotação das duas zonas em movimento sincronizado de 180° a 360° num único e contínuo movimento à volta da cabeça do paciente (Durack & Patel, 2012). Estas digitalizações, segundo o mesmo autor, duram cerca de 10 a 40 segundos. Intervalo de tempo este que existe devido ao tipo de equipamento e aos parâmetros de exposição a que o paciente está exposto. Segundo S. Patel, (2009), uma das formas para se conseguir reduzir o tempo de exposição para cerca de 2-5 segundos, é a utilização de um feixe de raio X pulsátil em vez de contínuo.

Quase todos os aparelhos de CBCT apresentam um trajeto circular com um arco de scan de 360° com o fim de captar as informações de projeção e permitir a sua reconstrução 3D pelo algoritmo FDK. No entanto, se diminuir o comprimento da trajetória, consegue-se de igual modo obter conjuntos de dados a três dimensões. A sua aquisição torna-se assim mais facilitada e com menos tempo de digitalização, embora as imagens resultantes tenham mais interferências, mais artefactos e pior qualidade (Scarfe & Farman, 2008).

São geradas entre 100 a 600 imagens, cada uma delas tem 512 x 512 pixels, estando este número dependente do que o utilizador deseja e das características do scanner. Quanto maior o número de imagens obtidas, melhor é a qualidade das imagens finais obtidas, maior será o tempo de digitalização e por conseguinte o paciente vai estar submetido a uma maior dose de radiação (Scarfe & Farman, 2008).

Os pixéis, que constituem imagens digitais, são elementos, imagens ou quadrados que estão posicionados numa matriz 2D. Cada um apresenta o seu tamanho, valor e a sua localização específica. No entanto, nas imagens em 3D, são utilizados voxéis (Yiit Özer, 2011).

O voxel é a forma de um pixel em cubos (Figura 15), sendo admitido um elemento de volume, uma vez que tem uma terceira dimensão. O voxel é considerado o elemento de menor dimensão de volume de uma imagem 3D (Figura 16), sendo que o seu tamanho é determinado através da sua espessura, largura e altura (Yiit Özer, 2011).

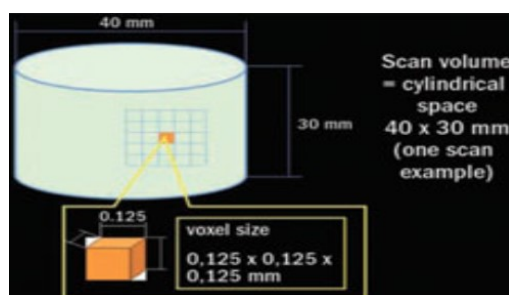


Figura 15 - Obtenção de voxéis a partir do CBCT

O CBCT permite digitalizar áreas de interesse obtendo voxéis que vão construir uma imagem de elevada qualidade. Fonte: (<https://www.dentalaegis.com/id/2006/08/technology-integration-so-whats-next-3-d-data-everywhere>)



Figura 13- Voxel como pixel em 3D.

O voxel é considerado um pixel em 3D. Fonte:

(<https://carestreamdentalblogdotcom1.wordpress.com/2014/02/19/three-dimensional-basics-pixels-and-voxels>)

O volume de cada voxel produzido através dos dados volumétricos vai determinar a resolução das imagens obtidas no CBCT. A dimensão do pixel na área do detetor é entre 0,09 e 0,4 mm e vai influenciar o tamanho do voxel.

O pixel é considerado a menor unidade de captação de imagem digital. As imagens são aumentadas para 1054 pixels automaticamente pelo software para serem configuradas em 3D. Posto isto, obtém-se uma imagem final com 1024 voxéis (são considerados pixels volumétricos), (Daniela Gamba Garib, Raymundo Jr., Raymundo, Raymundo, & Ferreira, 2007) e (S. Patel, 2009).

O CBCT utiliza como unidade de menor volume Voxéis Isotrópicos (Figura 17). Estes são voxéis com igual altura, espessura e largura que proporcionam igual qualidade de imagem da imagem original quando é feita a reconstrução e reprodução de imagens (Yiit Özer, 2011).

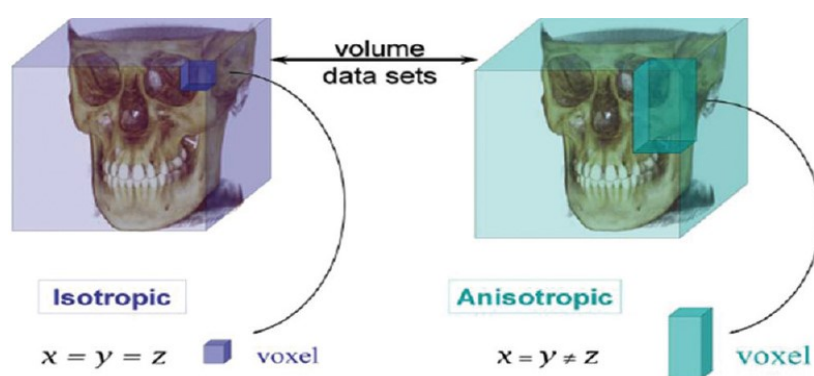


Figura 14- Voxéis isotrópicos vs anisotrópicos.

Diferença entre voxéis isotrópicos e anisotrópicos. Fonte: (<http://www.jicdro.org/article>)

Dependendo do tipo de dispositivos usados, o tamanho dos voxéis varia entre 0,076 e 0,4 mm, mas em média o seu tamanho é de 0,15mm (Yiit Özer, 2011). Os que têm maior dimensão são mais adequados para trabalhos que requerem maior detalhe (Horner, Jacobs, & Schulze, 2013).

Assim como a imagem digital está dividida em pixels, a CBCT (imagem em 3D) está dividida em voxéis. Estes constituem a parte volumétrica adquirida pela CBCT. São assim considerados pixels 3D (Abramovitch & Rice, 2014).

Estas imagens provenientes de ângulos fixos de rotação que vão surgindo ao longo da trajetória rotatória são chamadas de “frame”, “cruas” ou “imagens base” e estão relacionadas com intervalos que originam projeções individuais 2D. São também consideradas imagens radiográficas standart, captadas pelo detetor, pois cada uma tem um sinal específico para os variados ângulos do arco de rotação, fazendo-se parecer a imagens de raio X laterais e ântero-posteriores (Scarfe & Farman, 2008).

No final do ciclo de rotação, o aglomerado de imagens vai originar os dados de projeção. A taxa de frame (quantidade de imagens obtidas por segundo), o estado do arco enquanto a trajetória se dá e a velocidade de rotação, vão ser determinantes no número de imagens que os dados vão possuir. Quanto maior for a taxa de frame, menos artefactos são visíveis e as imagens surgem com melhor qualidade.

Por outro lado, o facto de haver mais projeções faz com que haja uma maior quantidade de dose de radiação exposta ao paciente (Scarfe & Farman, 2008).

Cada detetor deverá conseguir captar apenas a radiação que precisa, segundo o que é necessário para uma captura de sinal e conversão do mesmo durante uma exposição de curta duração (Scarfe & Farman, 2008).

Depois das imagens base serem armazenadas, deve-se então realizar o seu processamento com a finalidade de obter aglomerados de dados volumétricos. A este processo podemos denominar de reconstrução da imagem. Existe grande variedade na duração deste processo pois está dependente de fatores como o *software*, *hardware* e aquisição de imagem (FOV, quantidade de projeções e tamanho do voxel) (Contreras, 2013).

Já com as imagens armazenadas, os seus dados vão passar por *softwares* específicos originando assim imagens em três dimensões da região de interesse nos vários planos anatómicos tais como axial, coronal e sagital (Figura 18), (Suomalainen, Pakbaznejad Esmacili, & Robinson, 2015).

Estes *softwares* específicos são digitais (DICOM-*Digital Imaging and Communication in Medicine*) que, vão reconstruir e gerar imagens 3D (Miracle & Mukherji, 2009). Estes programas tornam possível, em tempo real, que imagens 2D coronais, sagitais e oblíquas ou curvas se reúnam, originando uma imagem 3D (Abramovitch & Rice, 2014).

Esta imagem em três dimensões vai fazer com que tenhamos uma visão mais abrangente e em qualquer plano possível da região maxilo-dento-facial. Além disto, com este tipo de programas pode-se usufruir de outras funcionalidades como modificar a escala de pretos e brancos ou alterar tons/cores de zonas específicas que queiramos, fazer zoom, usufruir da possibilidade de tirar notas e fazer medições geométricas reais (Daniela Gamba Garib *et al.*, 2007).

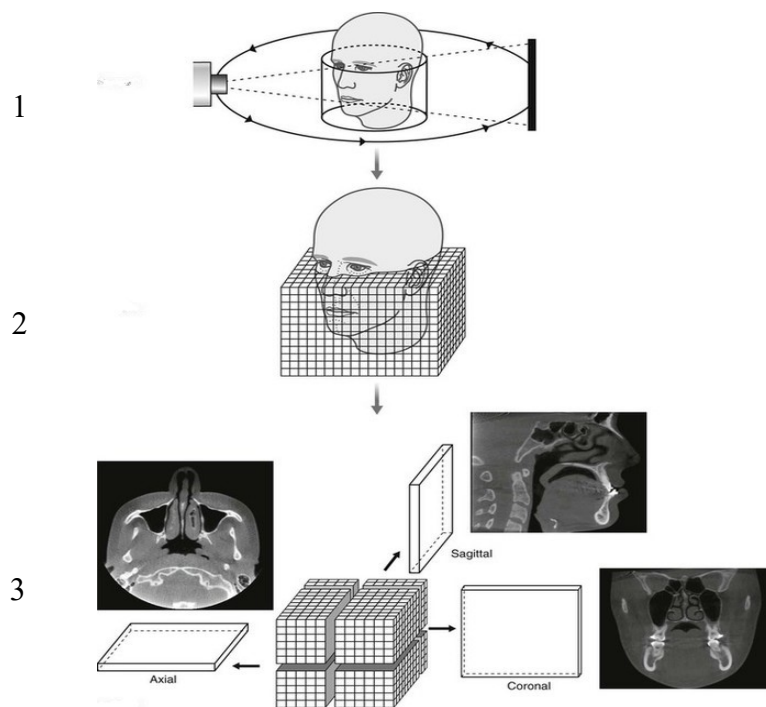


Figura 15- Etapas do processamento de imagem

Imagem que retrata etapas do processamento de imagem: feixe de raio X passa em redor do paciente (360°) resultando dados com um volume cilíndrico (1). O computador vai seccionar o cilindro dividindo-o em voxéis (2). No final vão-se obter imagens independentes nos planos sagitais, coronais e axiais (3). Fonte: (<https://pocketdentistry.com/16-cone-beam-computed-tomography-cbct>)

O passo final da reconstrução baseia-se na execução de sinogramas, onde os dados das imagens originadas vão ser organizadas. Sinogramas são imagens compostas em que o conjunto das linhas de todas as projeções estão correlacionadas (Scarfe & Farman, 2008).

Todos os cortes obtidos vão ser reconstruídos num volume unitário para ser visualizado através de programas específicos do *software*. Ou seja, vão projetar os dados e reconstruí-los em 3D.

No final, depois de todo o mecanismo de processamento de dados, se o *software* tiver certas funcionalidades, é possível originar qualquer que seja a imagem bidimensional através de dados volumétricos em 3D (Figuras 19, 20 e 21), (Abramovitch & Rice, 2014).

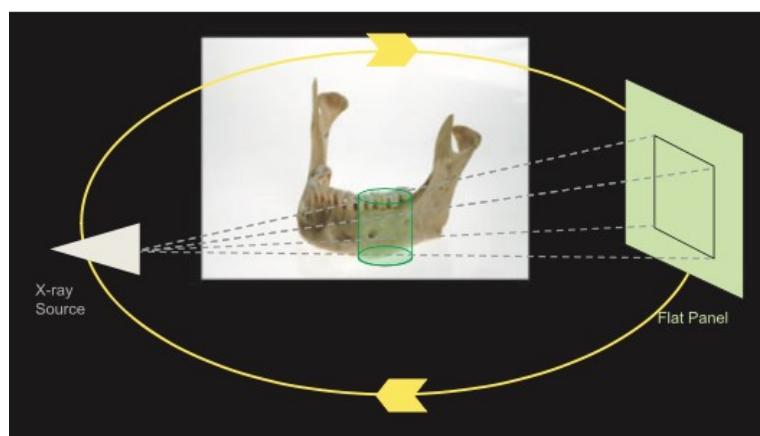


Figura 16- Captura de dados pelo CBCT.

O cone de raio X e o detetor rodam à volta do paciente capturando assim um conjunto de dados em forma de cilindro. Fonte: (S. Patel, 2009)

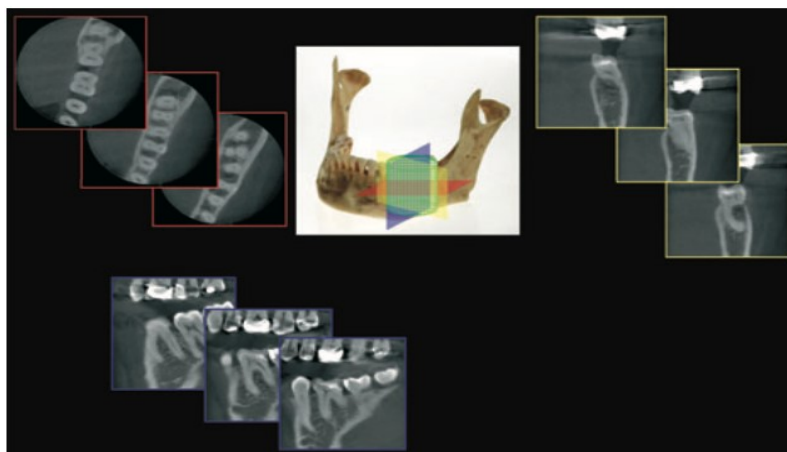


Figura 18- Cortes seccionais do CBCT em diferentes perspectivas.

Fonte: (S. Patel, 2009)

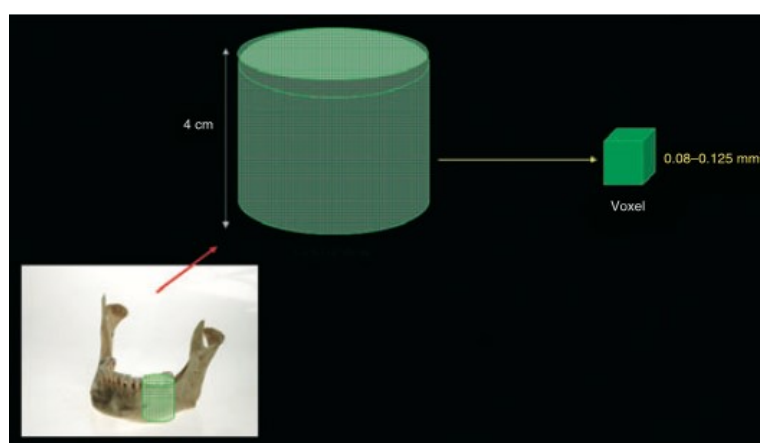


Figura 17- Transformação dos dados em forma de voxéis para reconstrução de imagens 3D.

Dos dados recolhidos, os que pertencem à região de interesse (FOV) são agrupados em voxéis e usados para reconstruir imagens. Fonte: (S. Patel, 2009)

3.2. Classificação de equipamentos

A classificação de equipamentos (Figura 22) pode ser feita de acordo com o volume de digitalização, com a posição e orientação do paciente aquando da execução do exame radiográfico, ou mesmo pelas diversas funcionalidades clínicas apresentadas (Durack & Patel, 2012).

Quanto à posição e orientação do doente no decorrer do exame radiográfico, este pode estar sentado, em posição de supinação ou de pé. A sua orientação está apenas dependente do tipo de equipamento e sistema radiográfico que se utiliza.

Para pacientes que tenham algum tipo de deficiência física, a posição de supinação pode não ser a melhor pois exige maior esforço físico e é mais difícil de ser executada.

Os aparelhos para realização do exame em pé podem não conseguir ser ajustados em altura para pessoas com cadeiras de rodas (Figura 23).

Posto isto, verifica-se que para doentes com deficiências físicas ou pacientes especiais, estes equipamentos se tornam limitados, pois na sua maioria são muito difíceis de ser ajustados (Scarfe *et al.*, 2009).

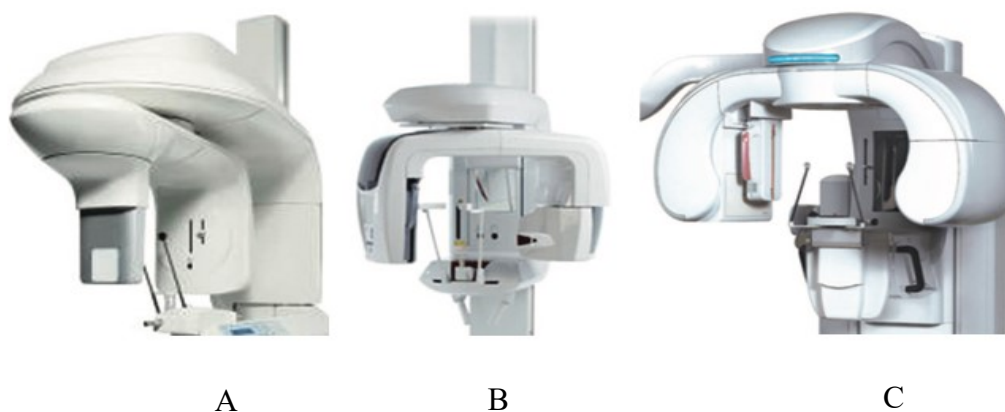


Figura 19 - Aparelhos de CBCT híbridos

*KODAK Dental Imaging 9000 3D (A), Veraviewerpoets 3D (B) e Picasso Trio (C). Fonte: (Scarfe *et al.*, 2009)*

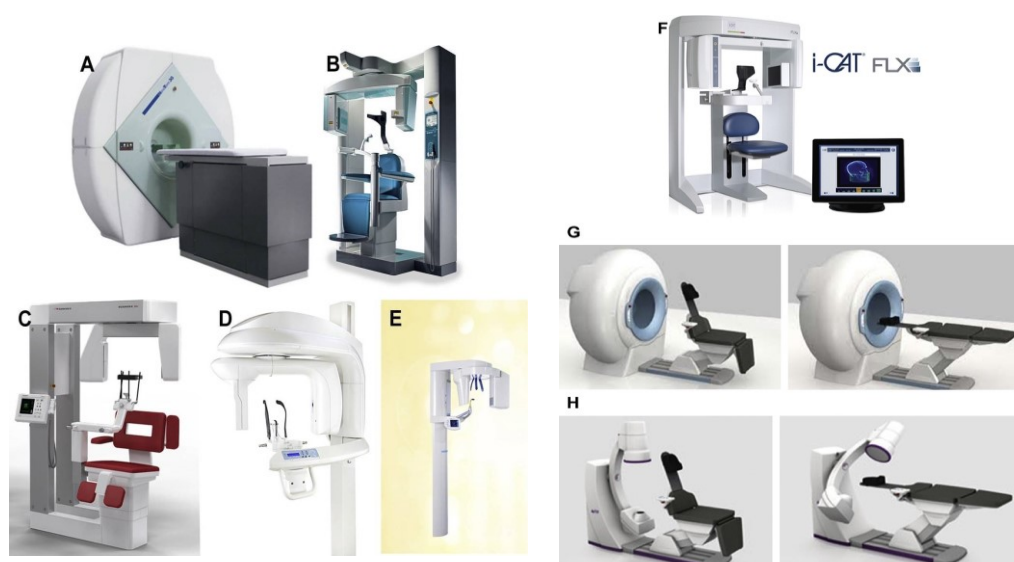


Figura 20- Diferentes aparelhos de CBCT e suas posições para a realização do exame.

NewTom 3G para a posição de supinação, foi um dos primeiros na América (A). Estes aparelhos foram substituídos por outros em que o paciente estava na posição sentado com a cabeça para cima, como o Accutomo 170 (B) e o Scanora 3Dx (C). CS 9300 (D). Ortho-phos XG 3D (E). i-CAT FLX (F). O NewTom 5G (G) e o SkyView CBCT (H) o paciente entra sentado (esquerda) e o scan realiza-se deitado (direita). Fonte: (Abramovitch & Rice, 2014)

3.3. Field of View (FOV)

De acordo com Durack & Patel (2012), em relação à dimensão do volume de digitalização (FOV), (Figura 24), pode-se classificar da seguinte forma (Tabela1):

Tabela 1- As dimensões do volume de digitalização (FOV) estão diretamente relacionadas com o tamanho e a forma do detetor, a geometria da projeção de feixe e a colocação do feixe de forma paralela

Tipo de CBCT:	Tamanho do FOV (cm):
Pequeno Volume ou Volume Limitado	Menor que 5
Arco único ou Simples	5 a 7
Inter Arco (FOV dentro do arco)	7 a 10
Maxilofacial	10 a 15
Crâniofacial	Superior a 15

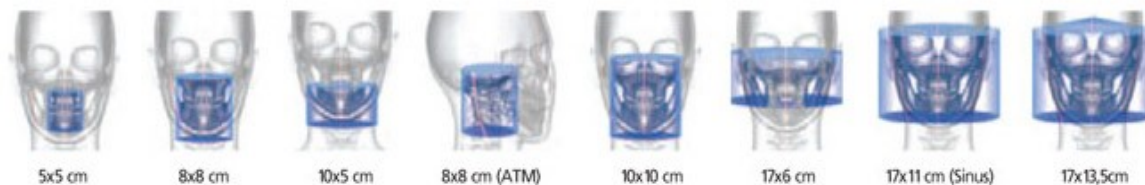


Figura 21- Dimensões do volume de digitalização (FOV) estão relacionadas com o tamanho e forma do detetor.

Fonte: (<http://www.rontgen-panorama.hu/kozpont>)

O primeiro a ter um sensor de FOV 3D foi a Promax 3D CBCT.

Geralmente os scanners ou digitalizadores de CBCT vão fazer variar a dimensão do FOV entre 3/4cm e 20cm.

A FOV pode apresentar então uma estrutura esférica ou cilíndrica.

Pequenos valores do FOV significam que a área a ser examinada é mais restrita e estão mais relacionados com as arcadas dentárias e articulações temporomandibulares, zonas estas que o Médico Dentista está mais habituado a interpretar (Scarfe et al., 2009).

Na maior parte das vezes, quanto menor o volume de digitalização, maior será a resolução espacial da imagem obtida.

Posto isto, verifica-se que um FOV mais adequado é possível ser selecionado segundo cada zona a ser radiografada e cada paciente (Figura 25), mesmo tendo a limitação do tamanho de campo como barreira presente (Scarfe *et al.*, 2009) e (Durack & Patel, 2012).

O tamanho do FOV (imagem ou forma) ou volume de digitalização que é atingido vão depender principalmente da forma e dimensões do detetor, da projeção e geometria do feixe de raio X e do grau de colimação do mesmo (Scarfe & Farman, 2008).

Utiliza-se o colimador com o objetivo de dar direção e amenizar os feixes de raio X. A sua colimação vai delimitar a zona de interesse à exposição da radiação.

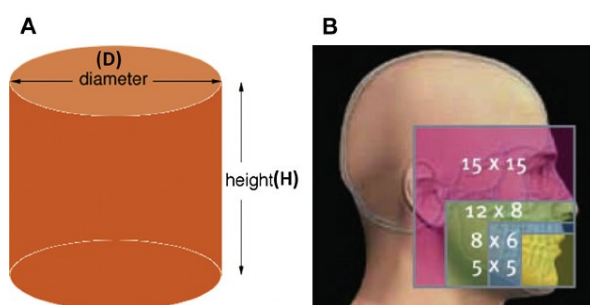


Figura 22- Dimensões do FOV segundo a zona a ser radiografada.

Fonte: (https://www.researchgate.net/figure/263743911_fig3_Fig-3-A-Cylindrical-shape-and-measurement-characteristics-of-the-field-of-view)

Verifica-se então que é possível escolher um determinado FOV para cada paciente específico consoante a área de interesse (Figura 26 e 27), o tipo de doença ou região a ser estudada (Roberts, Drage, Davies, & Thomas, 2009).

Quanto maior o tamanho do FOV, menor será a resolução de imagem e maior será a dose a que o paciente será exposto (Durack & Patel, 2012).

Em certo tipo de aparelhos o FOV é fixo, enquanto que outros têm a possibilidade de o conseguir alterar segundo a opção terapêutica mais válida.

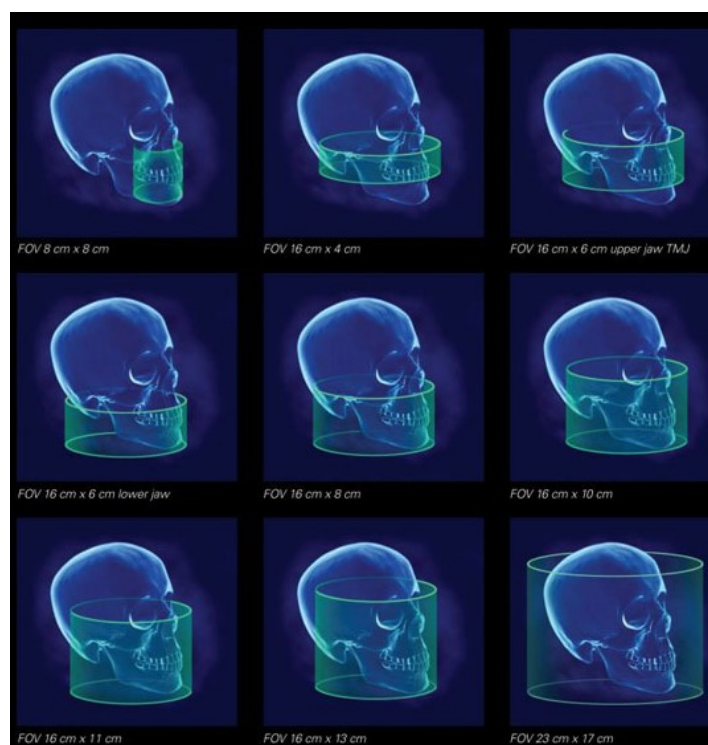


Figura 23- FOV em diferentes áreas.

Fonte: (<http://www.rontgen-panorama.hu/kozpont>)

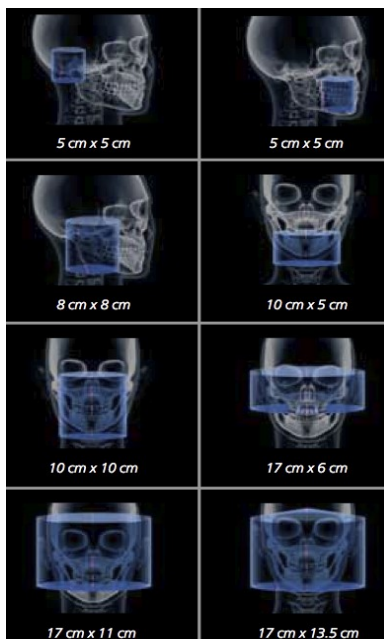


Figura 25- Diversas variações da FOV.

Fonte: (http://www.maxillofacial3dmontreal.com/cbct-images_eng.php)

No que diz respeito ao *scan* ampliado da FOV da região crâniofacial, verifica-se que é difícil a sua incorporação na zona do feixe de cone, pois os detectores a usar dessa região de grande amplitude são mais caros. Posto isto, para realizar o aumento do volume de digitalização, utiliza-se uma unidade (*iCAT Extended Field of View model*) que se adicionou a um *software* com dois digitalizadores rotacionais para fornecer um só volume de 22cm. Outra forma de o fazer usando um detetor menor e reduzindo os custos, é compensar a posição do detetor, usar o colimador de forma assimétrica e digitalizar apenas uma parte (metade) do paciente, (Figura 28), (Scarfe & Farman, 2008).

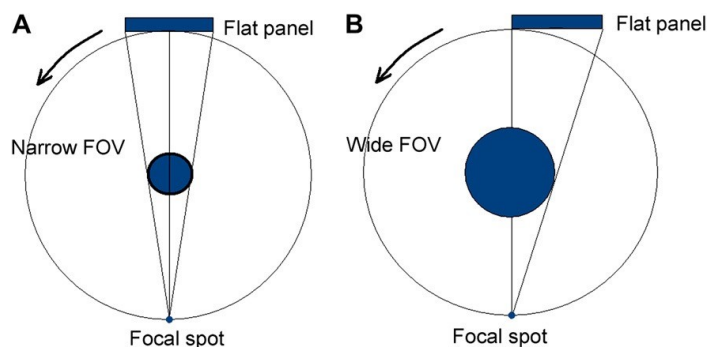


Figura 24- Forma de aquisição de um FOV estendido utilizando um detetor de tela plana.

Forma convencional.(A) Raio X central da zona focal segue pelo meio do objeto até ao centro do detetor de painel plano. (B) O detetor de painel plano deslocou-se verificando-se assim colimação do feixe de raio X em direção lateral para conseguir estender o FOV do objeto, Método Alternativo. Fonte: (Scarfe & Farman, 2008).

3.4. Princípio ALARA

Para qualquer tipo de exame radiológico, incluindo o CBCT, deve-se respeitar o princípio ALARA- “Tão baixo quanto razoavelmente exequível”. Este princípio é fundamental para o diagnóstico radiográfico.

Os Médicos Dentistas devem tentar ao máximo minimizar a dose de radiação a que o doente está exposto, ao mesmo tempo que não afetem negativamente a qualidade de imagem (Nikneshan, Valizadeh, Javanmard, & Alibakhshi, 2016). É necessário ter em conta a escolha e manutenção do aparelho radiográfico adequado, assim como também a utilização de procedimentos padronizados que nos permitam dar toda a informação diagnóstica necessária aplicando a menor dose de radiação ao paciente.

Para otimizar este princípio pode-se adotar algumas medidas como a melhoria dos detetores de radiação, a seleção de parâmetros de exposição adequados a cada situação, usar dispositivos/objetos de proteção e a seleção de uma projeção radiológica em que certos órgãos (radiossensíveis) possam receber a dose mínima (Jaju & Jaju, 2015).

Segundo Farman (2005), o objetivo principal deste princípio é a minimização da dose de radiação, sendo assim pode-se adotar as seguintes regras:

- Realizar uma história clínica e anamnese corretas e observação e cumprimento de critérios radiográficos;
- O uso dos equipamentos para exames radiográficos apenas será feito por profissionais capacitados e credenciados para tal;
- A execução de uma radiografia requer uma prescrição médica;
- Melhoria de técnicas tal como a geometria do feixe projetado, colimação e filtração;
- Utilização do aparelho mais adequado (mais rápido e consistente) para a aquisição de uma imagem radiográfica de boa qualidade para a realização de um correto e preciso diagnóstico.

Posto isto, deve-se então seguir o princípio ALARA, pois é muito importante para a saúde e segurança do paciente o controlo da dose de radiação aplicada.

É essencial seguir todos os protocolos existentes pois assim consegue-se obter um diagnóstico correto através da análise de uma imagem com qualidade resultante da mínima dose de radiação necessária a que o doente esteve sujeito (Jaju & Jaju, 2015).

3.5. Radiação: Exposição e Dose

A dose de radiação que é fornecida por todo o conjunto do sistema de imagem, juntamente com a sensibilidade que os tecidos têm à passagem do feixe de raio X sobre eles durante a exposição é denominada de Dose Eficaz. Ou seja, é o conjunto da dose recebida por todos os tecidos e órgãos irradiados. Esta é medida em Sieverts (Sv), embora por vezes é expressa em micro Sieverts (mSv) quando as figuras que estão envolvidas são menores (Durack C, 2012).

A quantidade de dose de radiação efetiva do CBCT está dependente do FOV, do tipo de *scanner* e da resolução que está relacionada com o tamanho do voxel. A dose de radiação do CBCT é menor do que a TC convencional e relativamente à radiografia panorâmica ou a radiografias intra-orais, a dose do CBCT é superior (Daniela G. Garib, Calil, Leal, & Janson, 2014).

Segundo (Durack C, 2012) e Suomalainen et al. (2015), existem vários fatores chamados parâmetros de exposição, que influenciam a dose de radiação que será produzida por um aparelho de CBCT, tais como:

- Tipo de equipamento e as suas configurações;
- Tipo de feixe de radiação que pode ser contínuo ou pulsátil;
- Tipo de rotação da fonte de radiação;
- Tamanho do FOV: quanto menor for o tamanho do FOV, menor será a dose de radiação a que o doente estará sujeito;
- Quantidade e forma de filtração de feixe;
- Tempo de exposição;
- Sensibilidade dos tecidos da zona irradiada.

Destes fatores, alguns são específicos de certos sistemas, enquanto que outros podem ser alterados na sua maioria.

A diminuição da corrente de raio X e a colimação podem fazer com que a quantidade de radiação que o paciente sofre seja menor, no entanto, a imagem obtida tem pior qualidade (Suomalainen *et al.*, 2015).

As diferentes FOV nas digitalizações do CBCT vão atingir diferentes tecidos no corpo humano. Existem tecidos que são mais sensíveis às radiações ionizantes que outros.

Os tecidos do corpo humano são assim classificados em relação à sensibilidade que possui à radiação para se conseguir tirar uma avaliação significativa do efeito que a radiação tem sobre cada zona do paciente.

Apesar da TC ser um meio de diagnóstico muito útil e que fornece ótima qualidade de imagem, a sua dose de radiação e o seu custo são limitações desta em Medicina Dentária.

A dose de radiação da TC vai ser superior à das radiografias convencionais e ao CBCT. No entanto, não é possível quantificar quantas mais vezes é superior pois esta dose varia muito consoante a área que é digitalizada, a espessura de corte, as características do aparelho (quilovoltagem, miliamperagem) e o tipo de aparelho que vai ser usado (Daniela G. Garib *et al.*, 2014).

A CBCT, como já referido, tem uma dose de radiação menor que a TC convencional na região maxilofacial. Por outro lado, a CBCT apresenta menor resolução em relação à CT.

A dose de radiação das CBCT atuais varia desde 87 a 206 μSv para uma digitalização completa do crânio (Kapila, Conley, & Jr, 2011).

Tabela 2- Dose de radiação efetiva que o paciente está sujeito nos diversos tipos de exames radiográficos em Medicina Dentária. Fonte: (<http://www.dentaleconomics.com/articles/print/volume-101/issue-1/features/cone-beam-computed-tomography-how-safe-is-cbct-for-your-patients.html>)

Examination	Effective Dose (μSv)
Intraoral radiograph (per exposure)	< 8.3
Dental panoramic radiograph	9-26
Dental cephalometric radiograph	3-6
Cone beam CT (dento-alveolar) (focus field of view)	5 to 38.3*
Full-mouth series	35 to 388
Cone beam CT (craniofacial)	68 to 599
Medical fan beam CT scan (maxilla and mandible)	2,000

Certas estratégias como a alteração da posição do paciente (inclinação do queixo por exemplo) ou o uso de objetos que protejam da radiação, tais como coletes protetores de chumbo, podem provocar uma diminuição de cerca de 40% da dose de radiação captada pelo paciente. Comparando a CBCT e a TC, verifica-se que a CBCT apresenta uma redução na dose bastante mais significativa que a CT, cerca de 98,5% a 76,2% (Scarfe & Farman, 2008).

3.6. Vantagens da CBCT

Como já foi referido anteriormente a principal diferença da CBCT em relação ao Rx convencional é o facto de se conseguir obter imagens em 3D na CBCT enquanto que no Rx convencional trabalha-se em 2D. Posto isto, são superadas muitas limitações por parte da CBCT em comparação com o raio X convencional.

A utilização da CBCT tem vindo a crescer cada vez mais nos últimos tempos, pelo que as principais vantagens são a diminuição da exposição do paciente à radiação e uma superior qualidade de imagem obtida principalmente no que diz respeito a ossos e dentes.

Na CBCT os feixes de raio X podem ser dirigidos apenas para a área de interesse (FOV), ou seja, é possível associar um campo de visão ou área de interesse específico para cada paciente fazendo assim com que seja produzido um volume de dados específicos. Quanto mais pequeno for o campo de visão, menos radiação está sujeito o paciente.

A amplitude da rotação da origem dos feixes dos Rx também pode ser controlada e adaptada para cada paciente, de tal forma que quanto maior é a rotação efetuada mais imagens são obtidas.

O software necessário para poderem ser processados os dados recolhidos pela CBCT pode estar instalado em qualquer computador usual e podemos fazer o tratamento das imagens obtidas, ampliando e mostrando de uma forma mais clara e detalhada a zona que nos interessa analisar (Patel *et al*, 2012).

Com a CBCT podemos avaliar com grande precisão e sem distorções e sobreposições o diagnóstico e a extensão de diferentes lesões, designadamente as fraturas radiculares, reabsorções radiculares ou outros tipos de lesões traumáticas dos dentes e do osso alveolar, o que permite delinear o tratamento mais adequado a cada paciente e a cada tipo de lesão (Patel & Durack, 2012).

3.7. Desvantagens/Limitações da CBCT

A dispersão da imagem e endurecimento do feixe dos equipamentos CBCT podem dar origem a artefactos causados por estruturas localizadas em zonas adjacentes de alta densidade, tais como esmalte, materiais radiopacos, postes de metal, restaurações e materiais de enchimento raiz que podem afetar a qualidade de imagem e precisão do diagnóstico, provocando assim alteração da imagem radiográfica

Por outro lado, se paciente se mover durante o exame, as imagens podem ficar menos definidas, pois a resolução espacial da CBCT é um pouco inferior à da Tomografia Computorizada mais usual. Além disso, pode haver uma sobreposição das estruturas anatómicas nas imagens 3D reproduzidas pela CBCT devidas à possível movimentação do paciente.

As imagens menos nítidas da CBCT podem ser divididas em duas categorias: aquelas que são originadas por distorção de estruturas metálicas devido a diferenças de absorção e as que aparecem sob a forma de linhas mais escuras que, de uma forma mais comum, aparecem entre dois objetos densos, como por exemplo as restaurações dentárias (Scarfe *et al.*, 2009)

Outro ponto menos positivo que podemos destacar da CBCT, é o facto da dose de radiação emitida ser mais elevada do que nos Rx tradicionais e nos Rx periapicais. Enquanto que na CBCT as doses de radiação variam entre as 13 Sv e 44 Sv, nos Rx periapicais variam entre 1Sv e 5 Sv, embora, comparativamente à emissão de radiação emitida pela tomografia tradicional, os níveis de radiação da CBCT sejam bastante inferiores (Patel *et al.*, 2012).

Os equipamentos da CBCT apresentam ainda preços bastante elevados o que condiciona a sua utilização na maioria dos consultórios médicos. Assim sendo, maioritariamente os Médicos Dentistas ainda utilizam regularmente os Rx tradicionais ou, em alguns casos, trabalham em parceria com laboratórios radiológicos ou centros de imagem especializados (Howerton, Jr. & Mora., 2008).

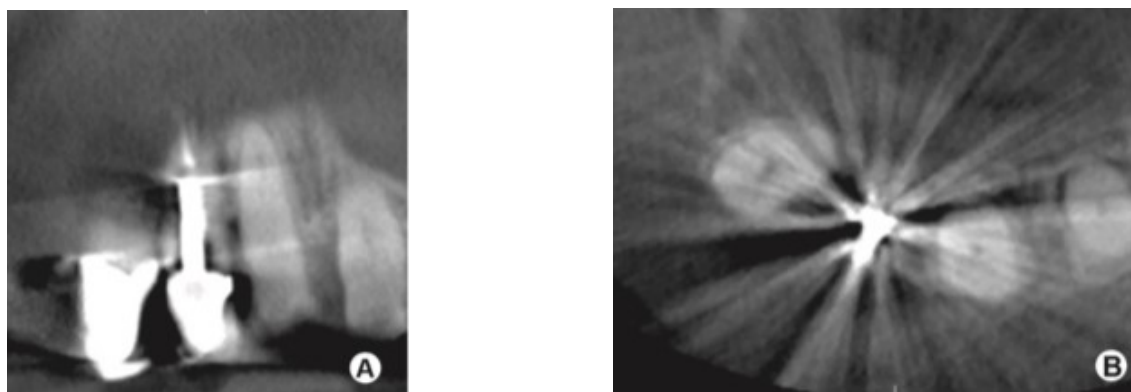


Figura 26- Corte coronal e axial da CBCT demonstrando uma limitação do mesmo.

Corte coronal (a) e axial (b) da CBCT de um incisivo lateral esquerdo superior que está restaurado com uma coroa pós-retida. O poste metálico faz com que apareça este “efeito estrelado” de raias e bandas prejudicando assim a qualidade de imagem. Fonte: (Durack C, 2012).

4. Reabsorção Radicular

A Associação Americana de Endodontia define a RR como "uma condição associada ao processo fisiológico ou patológico, resultando em perda de dentina, cimento e/ou osso."

A reabsorção radicular tem por base diferentes situações onde se verifica a eliminação dos tecidos dentários mineralizados pelas células clásticas em determinados locais da superfície interna ou externa da raiz dentária. A RR é de uma forma geral dividida por alguns autores em dois grandes grupos, reabsorção externa ou interna, dependendo da localização da reabsorção em relação à superfície radicular (Sierra-Lorenzo *et al.*, 2013).

Autores como Nascimento, 2006) referem que a RR pode também apresentar uma origem fisiológica, se estiver relacionada com a esfoliação dos dentes decíduos e perda de dentina e cimento ao longo do tempo, ou patológica, se for resultado de um processo traumático ou irritação do ligamento periodontal e/ou tecido pulpar de dentes definitivos.

A vertente celular ativa deste processo, representada pela interação entre células inflamatórias e outras denominadas clastos, provém dos diferentes estímulos e sinais moleculares de citocinas, neuropeptídeos e produtos de degradação libertados pelo tecido lesado (Figura 30).

As RR têm um diagnóstico favorável quando são diagnosticadas e o seu tratamento é feito no tempo adequado sendo a CBCT um meio de diagnóstico e planeamento muito importante para estes casos (Carlos Daniel Franco, Paulo Monteiro, António de Sousa, Inês Carpinteiro, Ana Cristina Azul, 2015).

Após a revisão da literatura apresentada, foi retida a ideia base de que a RR apresenta uma etiologia multifatorial, pois resulta de várias interações entre a biologia de cada individuo e o efeito da existência de diversas forças ortodônticas. Uma vez que a RR é imprevisível e depende de muitos e diversos fatores, é muito importante realizar um diagnóstico delicado e minucioso através de exames radiográficos, para que seja delineado o tratamento mais adequado (Arturo, Torres, Ronqui, Silvia, & Villar, 2008).

A Tomografia Computadorizada é uma técnica revolucionária de aquisição de imagem que utiliza um feixe cónico de radiação (*Cone Beam*) associado a um recetor de imagens tridimensional que facilita a deteção de RR.

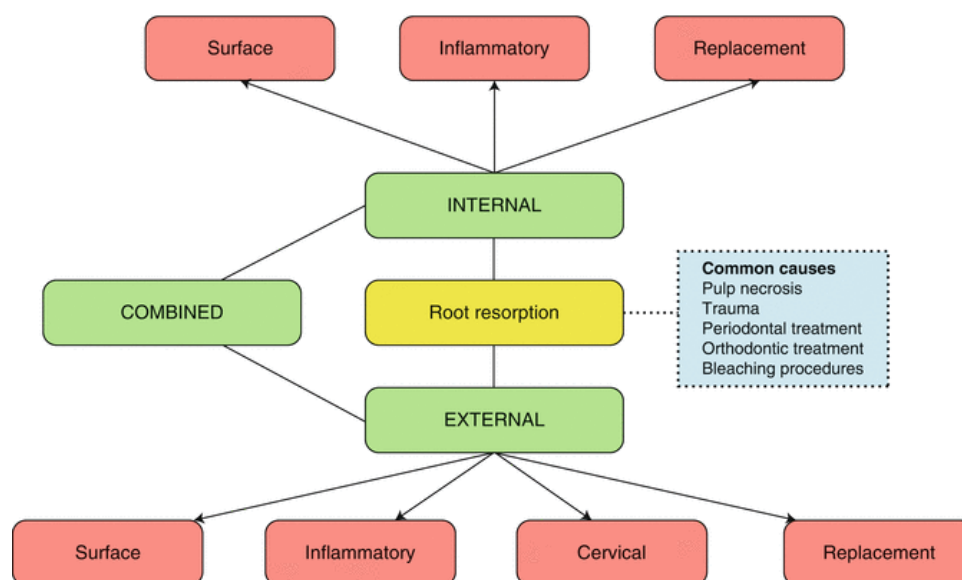


Figura 27- Reabsorção radicular externa e interna.

Esquema proposto por Andreasen relativo a reabsorção radicular externa e interna. Fonte: (Darcey & Qualtrough, 2013).

4.1. Reabsorção radicular fisiológica (RRF)

A RR é um processo fisiológico presente na vida dos dentes primários ou decíduos (Harokopakis-Hajishengallis, 2007).

Após a formação total dos dentes decíduos, tem início o processo de RR fisiológica, também chamado por rizólise, que dá origem a uma redução gradual do comprimento das raízes e diminuição das estruturas de suporte. Este fenômeno fisiológico no qual os dentes decíduos são gradualmente eliminados para serem substituídos pela dentição definitiva denomina-se esfoliação (de Rossi & de Rossi, 2010).

Segundo (Harokopakis-Hajishengallis, 2007), existem células específicas que são responsáveis pela reabsorção do tecido dentário denominadas odontoclastos ou clastos. Durante a RRF, todos os tecidos radiculares (cimento, dentina e celulose) são eliminados. O cimento e a dentina são eliminados pela ação de odontoclastos, que são específicos para a reabsorção desses tecidos dentários.

Não existe muita informação sobre a forma como os percussores dos odontoclastos aparecem, o que lhes dá a indicação para que reabsorvam a raiz principal num determinado instante e como são ativados para reabsorver o tecido dentário em determinadas condições.

Os mecanismos celulares e moleculares que estão relacionados com a reabsorção radicular fisiológica (RRF) parecem ser semelhantes aos mecanismos envolvidos na reabsorção óssea, também gerida e comandada pelos osteoclastos.

A RRF é um processo que apresenta variações entre períodos de reabsorção e períodos de repouso.

De uma forma sucinta, a RRF pode acontecer nos dentes decíduos e é caracterizada pela diminuição gradual do cimento e da dentina, o que está geneticamente programado. Simultaneamente, há o desaparecimento natural da polpa e do ligamento periodontal, originando assim a esfoliação dentária. Na ausência do sucessor permanente, a rizólise ocorre mais lentamente, podendo prolongar-se por alguns anos.

Um conhecimento mais aprofundado da cadeia dos acontecimentos celulares e moleculares que iniciam e promovem a RRF, pode permitir uma melhor intervenção molecular nesse fenômeno, acelerando-o ou retardando-o consoante a necessidade clínica (Figura 31).

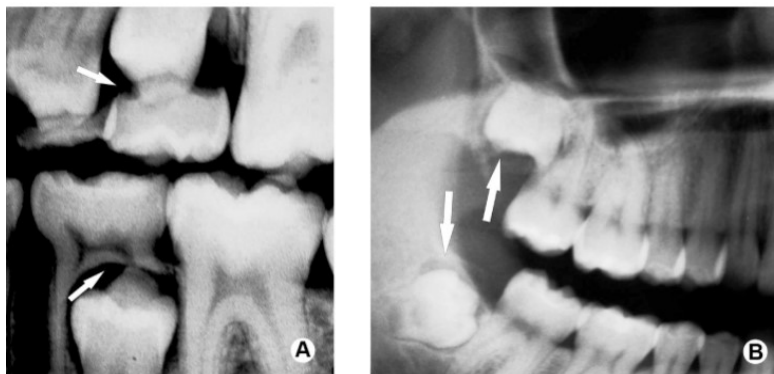


Figura 28- Reabsorção radicular fisiológica vs Incompleta formação da raiz.

Dente decíduo tem pelo menos 1/3 de reabsorção radicular fisiológica (A) e o dente permanente tem uma incompleta formação da raiz (B) (Rodrigues, Vasconcelos, Campos, & Brant, 2009)

Salientando as ideias base da RRF, conclui-se que esta está relacionada com a esfoliação dos dentes decíduos durante a erupção dos permanentes devido às características moleculares nas proximidades das raízes decíduas diferirem significativamente das regiões periodontais dos dentes permanentes adjacentes à área de rizólise.

4.2. Reabsorção Radicular Patológica (RRP)

Ao contrário do que acontece nos dentes decíduos, as raízes dos dentes permanentes não são reabsorvidas, pois são revestidas por pré-cemento e cementoblastos. Estas células não têm capacidade para mediar os processos inflamatórios, tal como também não possuem recetores de hormonas que aceleram ou diminuem o processo de RR.

Quando a camada dos cementoblastos sofre algum tipo de lesão, ocorre a RR. Quando os tecidos mineralizados da raiz dos dentes permanentes sofrem uma reabsorção, esta é considerada RRP devido à não renovação dessas estruturas, contrariamente ao que acontece no tecido ósseo, cuja renovação se faz constantemente (Brezniak & Wassersteln, 1993).

Têm sido propostas várias classificações para as RRP. De uma forma geral, podem ser consideradas de acordo com o local de origem, a natureza e o padrão de evolução clínica.

A RRP apresenta principalmente dois processos de ocorrência, inflamatória ou por substituição (Figura 32).

No que diz respeito à reabsorção inflamatória, esta ocorre quando algum fator causal atua no local onde se encontram os cementoblastos, promovendo a sua remoção da superfície, expondo desta forma a superfície radicular mineralizada aos osteoclastos, promovendo a reabsorção radicular e a substituição por tecido de granulação inflamatório. Isto ocorre temporariamente, uma vez que assim que seja removido o fator causal pode ser reparada (Consolaro, A. 2011).



Figura 29- Reabsorção radicular patológica por inflamação (A) e por substituição (B)

Fonte: <http://dental-time.org/clinical/reabsoro-inflamatria-externa-da-raiz-do-dente-conselhos-teis-para-os-profissionais/>

A reabsorção inflamatória de acordo com a localização de acometimento da raiz pode ser considerada lateral, apical ou cervical.

As reabsorções inflamatórias podem ser classificadas segundo a localização em interna, externa ou combinada.

A reabsorção por substituição é um tipo inflamatório de rizólise, seguida de substituição do tecido radicular reabsorvido por osso. Sendo a anquilose o resultado tardio deste processo, originando a ligação direta do cimento ao osso alveolar. É considerada a reabsorção irreversível devido ao facto de depois da remoção do fator causal não pode ser reparada, (Consolaro A, 2011).

Como síntese, evidencia-se que a RRP ocorre nos dentes permanentes, sendo relativamente frequente. Resumidamente, classifica-se de acordo com o seu local de origem, na raiz (interna e externa) que iremos referenciar de seguida e a sua natureza (inflamatória ou por substituição).

4.3. Reabsorção radicular interna (RRI)

A reabsorção interna corresponde a um defeito na parte interna da raiz que ocorre após a necrose dos odontoblastos como resultado da inflamação crónica e invasão bacteriana do tecido da pulpar. Os fatores contribuintes para o aparecimento da RRI incluem cáries, traumas e procedimentos restauradores (Martos J, Silveira LFM, Souza JM, Vieira MM, 2010).

A reabsorção radicular interna (RRI) é caracterizada pela perda progressiva de substância dentária a partir da parede do canal radicular como resultado da atividade clástica. Resulta na maioria dos casos de um processo inflamatório crónico e contínuo e o seu desenvolvimento depende de estímulos microbiológicos. É também mais comum no género masculino.



Figura 30- Reabsorção radicular interna.

Fonte: (Martos J, Silveira LFM, Souza JM, Vieira MM, 2010)

A RRI é geralmente assintomática, progredindo lentamente e é detetável após o exame radiográfico de rotina (Figura 33) ou pelo sinal clínico usualmente denominado por "ponto cor de rosa" (Figura 34) visível na coroa do dente como resultado da RRI no terço coronal do canal radicular (Sierra-Lorenzo et al., 2013).



Figura 31- Reabsorção interna, “ponto cor de rosa”.

Imagem que retrata o “ponto cor de rosa”, sugestivo de reabsorção interna. Fonte: (<http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/apical+root+resorption>)

Segundo Sak *et al.* , 2016), o processo de reabsorção é interrompido quando toda a polpa morre.

Os principais fatores descritos na literatura que podem originar a RRI (Tabela 3) incluem:

- Inflamação crônica da polpa no fundo do processo de cárie;
- Dentes fraturados;
- Ferimentos mecânicos agudos;
- Dentes transplantados;
- Tratamentos ortodônticos.

O trabalho de Wedenberg e Zetterqvist (1987), apresenta um estudo com diversas indicações sobre as manifestações histológicas da RRI. Nesse estudo, foi utilizada a microscopia ótica e eletrônica para examinar as lesões internas da reabsorção radicular nos dentes primários e permanentes. A aparência histológica e os perfis histoquímicos dos dentes primários e permanentes foram idênticos, no entanto o processo de reabsorção geralmente ocorre a uma taxa mais rápida nos dentes primários (Shanon Patel, Ricucci, Durak, & Tay, 2010).

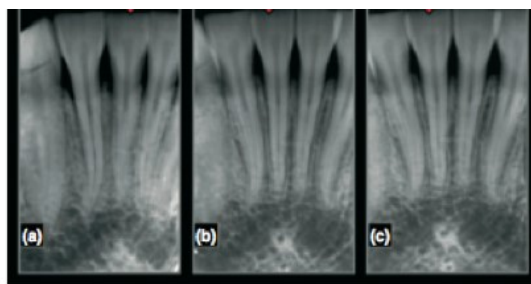


Figura 32 - Radiografia periapical (a-c) do dente 4.1.

Foi feita uma pequena cavidade na superfície vestibular da raiz simulando uma reabsorção. Fonte: (Durack

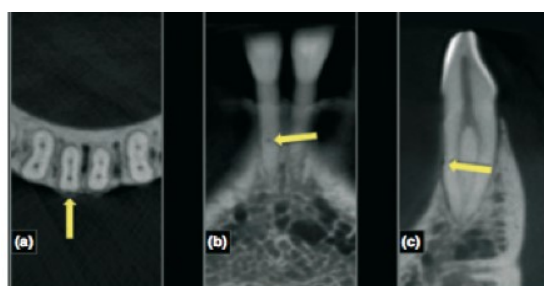
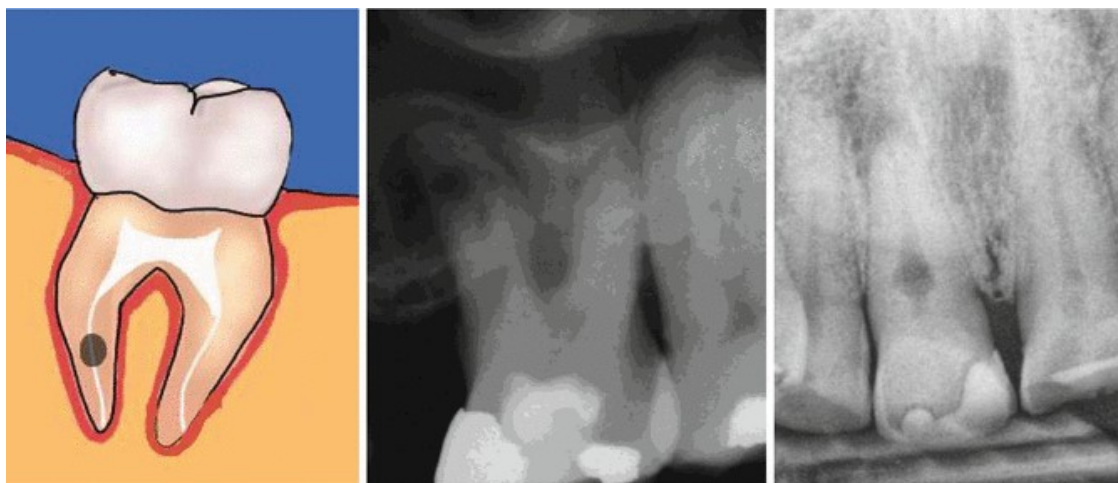


Figura 33- Diferentes cortes de um CBCT.

Corte axial (a), coronal (b) e sagital (c) de um CBCT. Consegue-se identificar a lesão criada na superfície vestibular da raiz (seta amarela). Fonte: (Durack *et al.*, 2011)

Tabela 3- Resumo sobre a Reabsorção Radicular interna.

Fonte: (<https://pocketdentistry.com/root-resorption-2/>)



Lesão de Reabsorção	Causa	Características Clínicas	Características Radiográficas	Tratamento
Interna	<p>Trauma</p> <p>Cáries</p> <p>Infeções periodontais</p> <p>Temperatura excessiva durante processos restaurativos.</p> <p>Fraturas resultantes do tratamento ortodôntico</p> <p>Inflamações/ infecções pulpares</p>	<p>Se a polpa se encontra vital, o paciente pode ter sintomas de pulpite</p> <p>Se toda a polpa se encontra necrótica, o paciente pode ter sintomas de periodontite apical</p> <p>A fistula pode estar presente indicando uma perfuração do canal ou um abscesso apical crônico</p> <p>Um ponto rosa pode ser visível na coroa do dente</p>	<p>Radiotransparência de forma oval bem circunscrita, suave, simétrica e de densidade uniforme dentro do canal radicular</p> <p>A técnica do paralelismo revela que a lesão permanece na mesma posição em relação ao canal em ambas as radiografias</p>	<p>Tratamento do canal não cirúrgico</p> <p>Irrigação através de ultrassons e medicação intracanal como o Hidróxido de Cálcio para garantir que as áreas inacessíveis de reabsorção sejam devidamente desbridadas</p>

4.4. Reabsorção radicular externa (RRE)

A reabsorção radicular externa é um processo que origina a perda de cemento, dentina e osso, envolvendo dentes definitivos. Inicialmente é assintomática e pode ser diagnosticada por uma radiografia ou um exame clínico. A RRE aparece devido à atividade dos cementoclastos e dos osteoclastos. O processo de reabsorção está relacionado com uma danificação do ligamento periodontal devido a lesões e necrose (Bartok et al., 2012).

Segundo Consolaro (2013), Özden & Acikgoz (2009) e Barnabé *et al.*, (2011), a RRE (Tabela 4) pode ser classificada em reabsorção de superfície, reabsorção externa por substituição, reabsorção externa inflamatória e reabsorção cervical (Figura 37):

Reabsorção externa de superfície (RES) verifica-se no esmalte e na dentina e usualmente é originada pela pressão exercida pelos dentes ectópicos ou adjacentes;

Reabsorção externa por substituição (RES) decorre de um trauma que tenha originado danos às células do ligamento periodontal;

Reabsorção externa inflamatória (REI) é provocada pelo dano no cemento intermédio que cobre as extremidades dos túbulos dentinários que estão abertos e comunicam com os macrófagos e osteoclastos (células inflamatórias da reabsorção) dentro do ligamento periodontal e osso alveolar. Pode ainda ocorrer devido à infecção da polpa;

Reabsorção cervical externa (RCE) é uma forma de reabsorção dentária rara e de natureza invasiva que pode ocorrer em qualquer dente na dentição definitiva. Tem como características a sua localização cervical e leva à reabsorção progressiva e geralmente à perda do dente. Foi já referido que uma das funções do cemento é proteger a dentina radicular de ser reabsorvida, portanto, qualquer tipo de dano causado a esse tecido pode dar origem à exposição da dentina radicular aos osteoclastos e ser iniciado o processo de reabsorção.

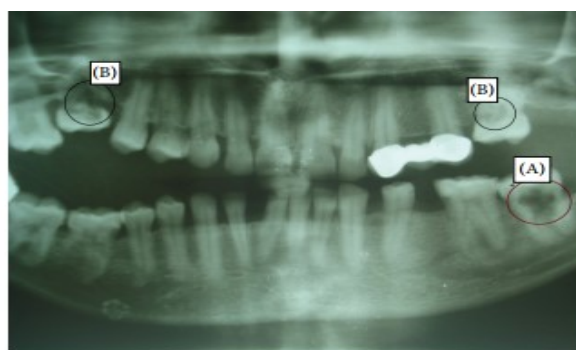


Figura 34- Ortopantomografia sugestiva de reabsorção interna e reabsorção cervical.

Reabsorção interna (A) e reabsorção cervical (B) Fonte: (Thomas, Krishna Pillai, Pushparajan Ramakrishnan, & Palani, 2014)

Tabela 4- Tabela de resumo sobre a Reabsorção Radicular Externa. Fonte: (<https://pocketdentistry.com/root-resorption-2/>)



Lesão de Reabsorção	Causas	Características Clínicas	Características Radiográficas	Tratamento
Inflamação externa	Polpa necrótica	<p>Teste pulpar elétrico e térmico negativo</p> <p>Dente mais sensível à percussão e palpação</p> <p>Mobilidade pode estar em causa</p> <p>Restaurações extensas que envolvem a polpa podem ser evidentes</p>	<p>Observa-se uma radiotransparência na superfície da raiz externa da dentina e no osso adjacente</p> <p>A reabsorção extensa da raiz pode ser evidente se a lesão é antiga.</p>	<p>Tratamento do canal não cirúrgico</p> <p>Recomendado o uso de Hidróxido de Cálcio intracanal para remover as bactérias de ambos os canais das raízes e dos túbulos dentinários</p>

Na RCE (Figura 37 e 38) os fatores potenciais mencionados como as principais causas incluem trauma dental, tratamento ortodôntico, branqueamento intracoronal, terapia periodontal e origem idiopática. O processo de reabsorção é caracterizado pela invasão da região cervical do dente por tecido fibrovascular derivado do ligamento periodontal, que acabará por invadir o espaço da polpa, resultando na destruição extensa da estrutura do dente. A polpa sobrevive e resiste à invasão até tarde devido à proteção inerente proporcionada pela pré-dentina e odontoblastos, dificultando o diagnóstico precoce.

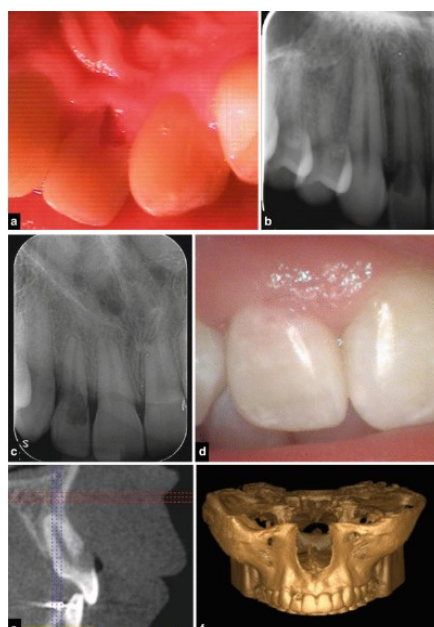


Figura 35- Reabsorção pós tratamento ortodôntico.

Paciente foi submetido a tratamento ortodôntico e possível trauma no 1.2. Após remoção do aparelho e por sua vez concluído o tratamento ortodôntico, observou-se uma lesão com uma mancha rosa a cervical do 1.2 (d). Fizeram-se os seguintes exames (a, d) Fotografia. (b, c) Raio X periapical sugestivo de reabsorção radicular cervical no 1.2. (e, f) CBCT e reconstrução maxilar respectivamente que demonstram e confirmam a reabsorção radicular cervical externa no 1.2. Fonte: (<https://pocketdentistry.com/root->

O tratamento, quando indicado, destina-se à inativação de todo o tecido reabsorvente e à reconstituição do defeito da reabsorção, quer pela colocação de um material de preenchimento adequado, quer pelo uso de sistemas biológicos. A aparência radiográfica da reabsorção radicular cervical externa depende da gravidade da lesão. As lesões precoces podem aparecer como bordos mal definidas de radiotransparência mista na região cervical do dente (Shanon Patel, Kanagasingam, & Pitt Ford, 2009).

As radiografias intraorais podem não indicar as dimensões reais da lesão. A RCE pode espalhar-se dentro do dente em todas as direções, e isso pode não se refletir tanto no tamanho como na posição da radiotransparência observada em radiografias padrão. O desenvolvimento da imagem tridimensional forneceu ao endodontista ferramentas que proporcionam maior precisão no diagnóstico e tratamento de lesões de reabsorção. Nestas imagens podemos concluir que a CBCT permitiu a determinação do tipo e extensão da lesão de reabsorção.

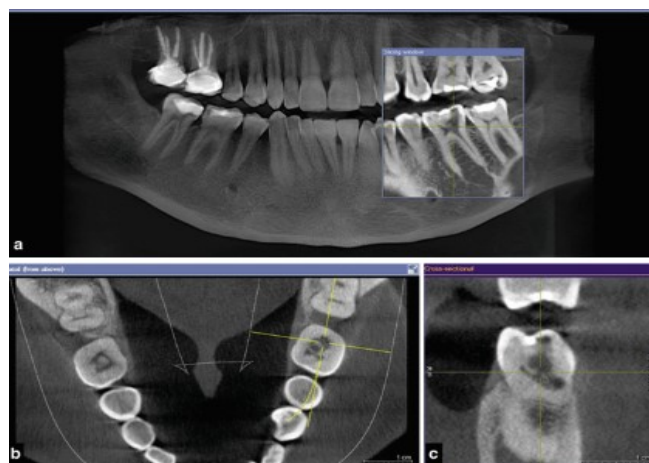


Figura 36- Diferentes imagens radiográficas utilizando a CBCT e a ortopantomografia.

Demonstram reabsorção radicular cervical externa no dente 3.6 (a) ortopantomografia, (b) CBCT, corte axial e (c) CBCT, corte transversal. Fonte: (<https://pocketdentistry.com/root-resorption-2>)

Segundo Llamas-Carreras *et al.* (2010), a RRE ocorre frequentemente devido a danos no cimento provocados por exemplo por lesões que afetam o ligamento periodontal como a pressão exercida por:

- erupção de dentes definitivos;
- tratamentos ortodônticos;
- dentes ectópicos;
- existência de quistos ou tumores;
- traumatismos;
- branqueamento dentário;
- infecções sulculares ou pulpares.

4.4.1. Dentes em erupção

A RR é comum no momento em que os dentes decíduos dão lugar aos permanentes. Poderá, no entanto, ser de origem patológica se resultar, por exemplo, de um trauma ou irritação do ligamento periodontal e/ou do tecido pulpar de dentes definitivos.

Quando a posição da coroa do dente permanente não é a correta, a reabsorção não é simétrica, podendo provocar a reabsorção ectópica. A pressão exercida pelo folículo dos dentes permanentes em erupção é um fator contribuinte para a reabsorção dos dentes decíduos. No entanto, a presença do dente permanente sucessor não é um pré-requisito para o tal evento. No caso da não existência de dente permanente sucessor, a esfoliação do dente decíduo torna-se um processo mais lento (Figura 40 e 41). A erupção dos dentes permanentes é regulada por diversos fatores tais como as glândulas endócrinas (hipófise, timo e a glândula tiroide) e o tipo de nutrientes ingeridos (deficiência de Ca, Mg, vitamina A, C e D), que por sua vez interferem na reabsorção dos dentes decíduos atrasando a sua exfoliação. O ligamento periodontal protege o dente da reabsorção radicular e a sua degradação é considerada como um passo inicial para a RR.

Deve ser feito acompanhamento radiográfico periódico tanto para a deteção como para o controlo de lesões radiculares (Vantine, Carvalho, & Candelária, 2007).

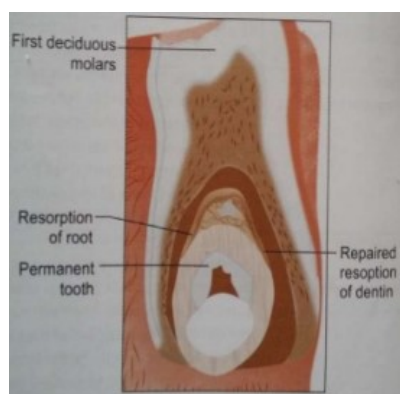


Figura 37- Reabsorção do molar decíduo pelo permanente sucessor.

Começa pela reabsorção do osso inter radicular seguido pela reabsorção das faces da raiz do dente primário. O crescimento da coroa do dente permanente está situado entre as raízes do molar de leite.

Fonte: (<https://www.slideshare.net/bnay/tooth-eruption-and-shedding-complete-package>)

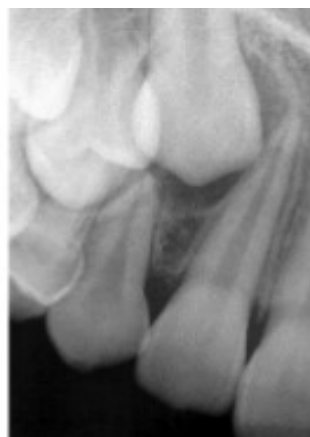


Figura 38- Reabsorção radicular de um canino decíduo durante a erupção do permanente.

Radiografia periapical onde se verifica reabsorção da raiz do canino decíduo enquanto o canino definitivo erupciona. Fonte: (<https://www.slideshare.net/indiandentalacademy/root-resorption-in-orthodontics>)

4.4.2. Tratamento ortodôntico

A lesão originada por reabsorção radicular em tratamentos ortodônticos é devido à pressão aplicada às raízes durante o movimento dos dentes (Figura 42). A pressão contínua estimula as células no terço apical das raízes, o que possibilita um encurtamento significativo das mesmas (Brezniak & Wassersteln, 1993).

Segundo Arturo et al., (2008) a reabsorção radicular ocorre frequentemente nos dentes permanentes que foram submetidos a tratamento ortodôntico. Assim são originadas lesões de reabsorção de superfície, que normalmente são facilmente tratadas.

As reabsorções radiculares graves e estruturalmente importante não são muito comuns nos pacientes submetidos a tratamentos ortodônticos, mas estes podem originar danos mais graves como reabsorções apicais, que são efeitos colaterais na prática ortodôntica (Figura 43).

Alguns casos, ainda que a grande minoria, podem levar até à perda do elemento dentário.

Pelo facto da reabsorção radicular ser imprevisível e depender de variados fatores, é de extrema importância executar um diagnóstico rigoroso e um criterioso plano de tratamento (Bartok et al., 2012).

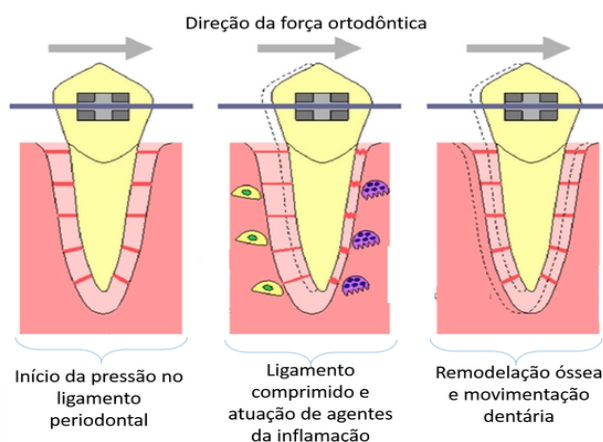


Figura 39- Ativação de um aparelho ortodôntico.

Quando se ativa um aparelho ortodôntico, certa parte da raiz vai comprimir o osso enquanto que a outra parte vai tracioná-lo através das fibras do ligamento periodontal que se vão ligar ao osso. Este procedimento vai causar uma inflamação no organismo.

Fonte: (<http://ortodontiadescomplicada.com.br/aparelho-ortodontico-deixa-os-dentes-moles/>)



Figura 40- Reabsorção radicular após o uso de aparelho ortodôntico.

Ortopantomografia que mostra um aparelho 4x2 e um arco base de Ricketts. É de realçar uma reabsorção radicular no incisivo lateral direito Fonte: (<https://www.dentalpress.com.br/portal/quando-como-e-por-que-utilizar-a-mecanica-4x2-parte-2/>)

A reabsorção radicular apical é uma condição por várias vezes observada durante e após o tratamento ortodôntico, originando um arredondamento do ápex radicular. Esta situação é derivada de uma complexa combinação das atividades biológicas, inerentes a cada doente, associada às forças mecânicas empregadas pelo aparelho ortodôntico utilizado.

Alguns dos fatores mais usuais que podem estar relacionados à reabsorção radicular devido a tratamentos ortodônticos incluem predisposição do indivíduo, idade e gênero do paciente, anatomia da raiz, estágio de desenvolvimento radicular, tipo de aparelho ortodôntico utilizado e a duração do tratamento (Santos, Lara, Arantes, Coclete, & Silva, 2007).

Para a classificação do grau de reabsorção radicular apresentado, utilizou-se o sistema proposto por Levander e Malmgren, em 1988 (Figura 44).

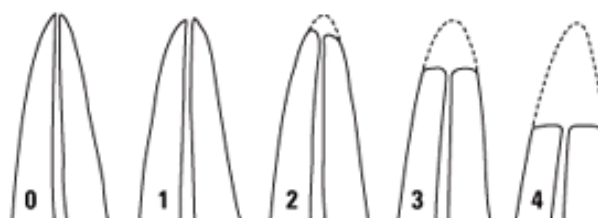


Figura 41- Classificação do grau de reabsorção radicular segundo Levander e Malmgren.

Classificação do grau de reabsorção radicular, com o sistema de escores: 0- Não há reabsorção; 1- suave reabsorção com contorno apical de forma irregular; 2- reabsorção moderada que apresenta pequena perda radicular com um contorno quase reto do ápex; 3- acentuada reabsorção com perda de quase 1/3 da raiz; 4- extrema reabsorção com perda de mais do que 1/3 da raiz. Fonte: (Santos et al., 2007)

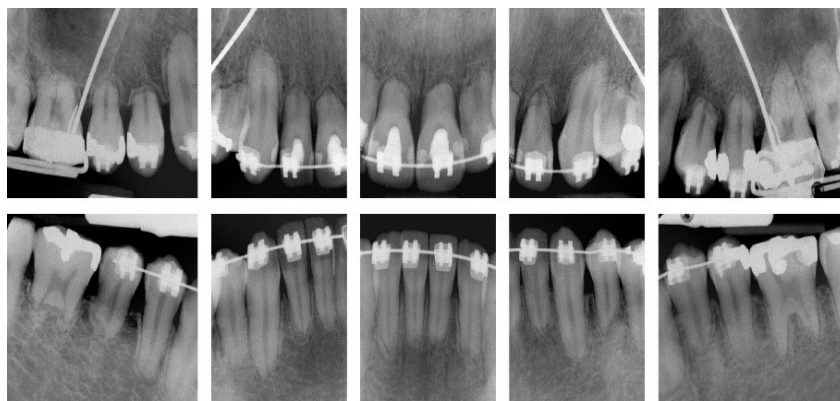


Figura 42- Reabsorção radicular após uso de aparelho ortodôntico.

Após quatro anos de uso de aparelho ortodôntico, é de notar uma Reabsorção Radicular inflamatória de grau 4 de Malmgren. A maior parte dos dentes apresentam apenas o terço cervical que resta. Fonte: (Consolaro & Furquim, 2014)

4.4.3. Dentes ectópicos

A erupção ectópica é uma situação em que um dente segue um padrão anormal de erupção e rompe numa posição incorreta.

Antes dos dentes permanentes serem visíveis e irromperem na cavidade oral, estes deslocam-se através do osso ao longo seu "caminho de erupção". Quando o referido "caminho" é percorrido de forma errada, o dente erupciona numa posição incorreta ou pode mesmo não entrar em erupção. Quando se verifica esta situação, essa erupção é chamada de ectópica (Figura 44 e 45).

A erupção ectópica ocorre frequentemente quando não há espaço suficiente nos maxilares para os dentes, quando existe outro dente, predisposição genética, traumatismo ou mesmo por impedimentos dos tecidos moles (Fleming, P.S. 2015).

Os caninos superiores e os incisivos centrais superiores são os dentes mais propícios ao desenvolvimento ectópico.

Quando os dentes ectópicos não são detetados e tratados convenientemente, podem originar processos fisiológicos e químicos e fazer com que as raízes dos dentes adjacentes fiquem sujeitas à reabsorção. (Bjerklin, K. 2011).



Figura 43- Caninos ectópicos.

Fotografia da vista lateral (A) e frontal (B) de caninos superiores ectópicos. Fonte: (Francisco & Junior, 2012)

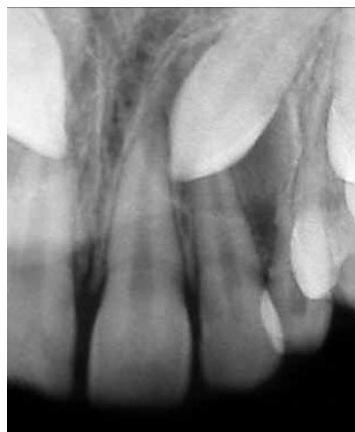


Figura 44- Radiografia periapical de um canino ectópico, usando a Técnica de Clark.

Fonte: (Francisco & Junior, 2012)

De uma forma semelhante ao que acontece em tratamentos em ortodontia, a existência de dentes ectópicos é responsável por outras lesões de reabsorção de "pressão". A impactação dos dentes não é um fenómeno raro. Os dentes ectópicos podem desenvolver processos de reabsorção se o espaço periodontal de um dente adjacente for invadido (Darcey & Qualtrough, 2013).

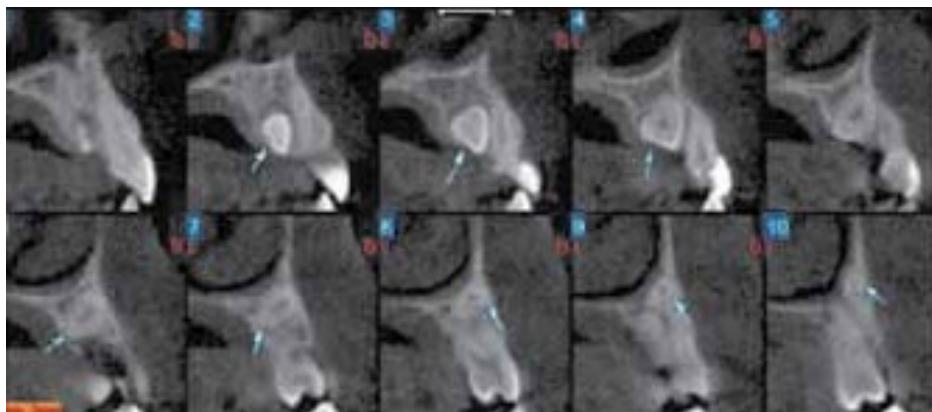


Figura 45- CBCT de um canino ectópico.

Fonte: (Francisco & Junior, 2012)

4.4.4. Tumores e quistos

Muitas vezes, as lesões periapicais correspondem a reações inflamatórias decorrentes da necrose pulpar, traumas ou existência de bactérias no canal radicular. Estas inflamações são usualmente crônicas e assintomáticas (Darcey & Qualtrough, 2013).

Um granuloma periapical, por exemplo, resultante de infecção pulpar ou de um trauma, pode dar origem a reabsorção do ápex radicular se a lesão inflamatória se mantiver ao longo do tempo. A maior parte dos dentes que apresentam granuloma não apresentam reabsorção radicular significativa.

Nas imagens radiográficas de um granuloma, a reabsorção radicular apresenta uma ligeira irregularidade ou arredondamento do ápex radicular podendo posteriormente evoluir para uma perda de substância dentária.

Não é fácil por vezes distinguir somente num Rx um granuloma, quisto ou abscesso. A reabsorção radicular é mais comum em quistos do que em granulomas sendo os quistos lesões maiores e bem definidas.

O abscesso apresenta geralmente uma imagem no Rx mal definida, com ou sem espessamento do ligamento periodontal (Fuss, Tsesis, & Lin, 2003).

Os Tumores e os quistos provocam pressão e desta forma a reabsorção radicular é semelhante nos dois casos. Tanto os tumores benignos como os tumores malignos podem causar reabsorção radicular, embora os primeiros produzam mais frequentemente deslocamento do que destruição (Moreira, 2000).

As lesões quísticas são uma ameaça para a sobrevivência dos dentes e estruturas adjacentes uma vez que podem originar a sua reabsorção radicular por pressão. Um quisto periodontal apical resultante de infecção da polpa pode exercer pressão sobre o ápex do dente envolvido ou adjacente, estimulando o tecido conjuntivo a produzir osteoclastos e iniciar a reabsorção. Por definição, um tumor é um aumento de volume do tecido.

Os tumores apresentam, de uma forma usual, crescimento e expansão lentos, podendo entre eles destacar os quistos, ameloblastomas, tumor de células gigantes, e ainda as lesões fibro-ósseas. O tipo de reabsorção radicular provocada pelos tumores é, geralmente, assintomático quando a polpa está vital. No entanto, assim que o tumor atinge o foramen apical e interrompe a corrente sanguínea torna-se sintomático (Fuss *et al.*, 2003).

4.4.5. Traumatismos

Os traumatismos dentários verificam-se maioritariamente na idade pré-escolar, escolar, e nos jovens adultos. Com base em diversos estudos efetuados, verificou-se que 25% das crianças em idade pré-escolar/escolar já passaram pela experiência de um trauma dentário e 33% dos jovens adultos sofreram traumas na dentição permanente (Diangelis *et al.*, 2016).

No caso de dentes permanentes que tenham sofrido trauma (Figura 49), o principal objetivo no seu tratamento está relacionado com a preservação do dente, minimizando as possíveis sequelas clínicas a que o paciente possa estar sujeito (Berrezouga, Kammoun, Bhourri, Ben Alaya, & Belkhir, 2011) e (Alves *et al.*, 2013).

Quando ocorre um traumatismo dentário, podem ser afetadas diferentes estruturas orais que desenvolvem funções comuns, tendo como característica constante a presença na mandíbula, uma vez que se pode verificar a reabsorção do tecido mineralizado, designadamente o osso e dente.

Os traumas podem ainda danificar a polpa e/ou o ligamento periodontal dando origem à sua rutura ou hemorragia.

Os dentes traumatizados podem ser afetados por diferentes tipos de sequelas, destacando como exemplo a calcificação da cavidade pulpar, o aparecimento de mobilidade dentária, sensibilidade à percussão, alteração da cor da coroa, necrose pulpar e reabsorções radiculares patológicas (Cardoso & Rocha, 2008).



Figura 46- Fraturas de esmalte e Avulsão dentária.

Como a Fratura de esmalte (A) e a Avulsão dentária (B). Fonte: (slideshare<https://pt.slideshare.net/izadoraclarareis/sade-bucal>)

4.4.5.1. Lesões após traumatismo dos tecidos periodontais

As lesões dentárias que envolvem tecidos periodontais da dentição permanente podem ser separadas em vários tipos:

- Concussão;
- Luxação extrusiva;
- Luxação lateral;
- Luxação intrusiva.

De uma forma sucinta, podemos referir que a concussão é uma das lesões mais comuns e pode originar a reabsorção da superfície radicular. As luxações laterais e as extrusivas são menos comuns do que as anteriores e a luxação intrusiva é a mais rara, representando somente 0,3% a 1,9% de todas as lesões traumáticas (Wriedt, S. 2010).

A concussão é um tipo de traumatismo de pequena intensidade onde não se verifica deslocamento do dente da sua posição comum nem alterações no ligamento periodontal.

A concussão ocorre principalmente quando se verifica um impacto frontal, podendo dar origem a uma hemorragia e edema no ligamento periodontal. O paciente sujeito a este tipo de trauma poderá apresentar sensibilidade à percussão ou à mastigação.

Após um traumatismo, verifica-se um deslocamento parcial do dente, originado por influência de forças oblíquas para o exterior do alvéolo e a rutura do ligamento periodontal, sendo uma situação de luxação extrusiva.

A luxação lateral consiste no deslocamento do dente, da sua posição normal do interior do alvéolo no sentido palatino, vestibular, mesial ou distal. Este tipo de lesão é provocado por forças horizontais que deslocam o dente de acordo com o sentido da força lesiva. O dente pode passar a ter mobilidade e ocorrer hemorragia e laceração dos tecidos periodontais adjacentes ou ainda alterações pulpares, com o aparecimento de anquilose seguida de RR por substituição.

Outro tipo de lesão que pode ocorrer é a luxação intrusiva, onde se verifica um deslocamento do dente para o interior do seu alvéolo, em direção axial. Podem ocorrer diversos problemas, sendo de destacar o edema em tecidos moles e diversos graus de mobilidade do dente afetado.

A necrose pulpar tem sido a sequela mais referenciada como sendo a mais grave após uma luxação (Bartok *et al.*, 2012).

4.4.5.2. Lesões após fraturas radiculares

As fraturas radiculares não são muito comuns, tendo uma prevalência de cerca de 0,5 a 7% entre o total dos traumas dentários.

É um tipo de trauma que geralmente afeta os incisivos centrais superiores e que resulta do impacto horizontal e envolve o esmalte, a dentina, o cemento e a polpa e, consequentemente, o tratamento é quase sempre complexo e demorado (Figura 50).

A distinção da gravidade deste tipo de fratura é baseada na localização da linha de fratura (terço apical, médio e cervical da raiz) e no grau de deslocamento do fragmento coronário (Datana & Radhakrishnan, 2011).

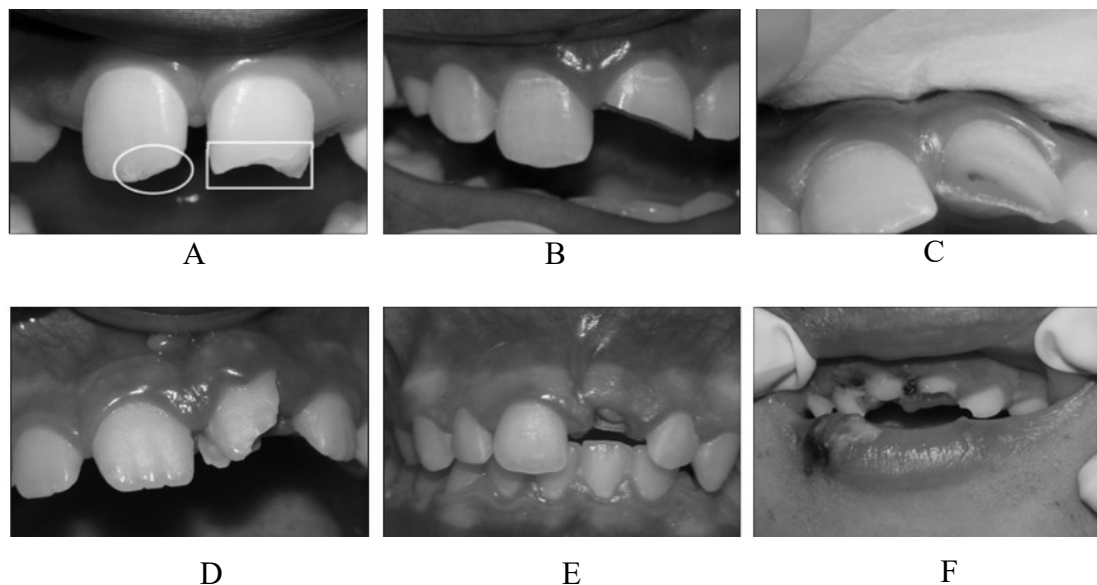


Figura 47- Vários tipos de lesões traumáticas.

(A) fratura de esmalte (círculo) e de esmalte e de dentina (rectângulo); B) observa-se fratura da coroa que inclui esmalte, dentina e polpa; (C) exposição pulpar; (D) Fratura radicular vertical e coronária; (E) Fratura horizontal radicular; (F) Luxação intrusiva. Fonte: (Sanabe, Cavalcante, Coldebella, & Abreu-e-Lima, 2009)

4.4.5.3. Lesões após avulsão e reimplante

Considera-se que avulsão dentária é o movimento do dente para fora do seu alvéolo, sendo recomendável que o dente seja reimplantado de imediato.

Os dentes mais afetados por este tipo de lesão são os incisivos centrais superiores. A duração de tempo que o dente avulsionado fica fora da cavidade oral, a qualidade do meio de armazenamento com condições secas ou húmidas, o estado do ligamento periodontal e o tempo que se demora até ser concretizado o reimplante, são os principais fatores que podem interferir na qualidade do prognóstico de tratamento (Petrovic, Marković, Peric, & Blagojevic, 2010).

As lesões traumáticas são classificadas segundo a região dentária atingida. Os diferentes traumatismos que ocorrem nos tecidos duros do dente podem ser de vários tipos: fratura de esmalte, fratura de esmalte e dentina, fratura de esmalte, dentina e polpa, fratura radicular e fratura corono-radicular. Por outro lado, os traumatismos que lesam os tecidos de suporte do dente podem ser a concussão, a luxação extrusiva, a luxação intrusiva, a luxação lateral e a avulsão (Andreasen, Lauridsen, & Andreasen, 2010).

As causas mais comuns das RR são precisamente os diversos tipos de traumas dentários, designadamente e de forma particular, quando existe necrose pulpar e danos na superfície radicular. As bactérias existentes no interior dos canais radiculares provocam a inflamação dos tecidos periodontais adjacentes e originam RRE inflamatórias progressivas (Andreasen & Andreasen, 2001) e (Hegde & Hegde, 2013).

4.4.6. Branqueamento dentário

A descoloração dos dentes pode variar devido a fatores como a etiologia, a higiene dentária ou a origem geográfica.

Pode também ter causas intrínsecas, extrínsecas ou a combinação de ambas. As extrínsecas estão relacionadas com, por exemplo, o tipo de alimentação, tabaco ou alguns tipos de bactérias, mas são facilmente removidas com limpeza, ou branqueamento externo. Por outro lado, as causas intrínsecas podem ser resultado de, por exemplo, hemorragias intrapulpares, medicação intracanal, material obturador, necrose pulpar, entre outras (Heller, Skriber, & Lin, 1992).

A descoloração de dentes é uma preocupação comum por parte dos pacientes e dos médicos e, conseqüentemente, o branqueamento dentário é uma etapa muito importante da terapia endodôntica. O branqueamento é geralmente a primeira opção no tratamento de dentes com mudança de cor por se tratar de uma técnica com baixa complexidade (Al-nazhan, 1983).

São usadas duas técnicas de branqueamento dentário, que são a termocatalítica e a técnica *walking bleach* e mista (Lennon, Ajam, Attin, & Paque, 2003).

Na técnica termocatalítica, usada para o branqueamento externo de dentes vitais, é utilizada uma solução de peróxido de hidrogênio (H_2O_2), que é ativada pelo calor. O calor cataliza os produtos de decomposição dos agentes branqueadores em radicais livres oxidantes e instáveis, assim como impulsiona os agentes branqueadores através de processos de expansão e difusão por entre os túbulos dentinários. (Vieira *et al*, 2012).

Haywood & Heymann (1989) propuseram a realização do branqueamento dentário utilizando peróxido de carbamida aplicado com a utilização de moldeiras de acetato.

A utilização do calor neste tipo de branqueamento dentário, pode não só fazer com que a dentina aumente a sua permeabilidade, como também, aumentar a reatividade do peróxido de hidrogénio. Estas reações podem provocar uma agressão no periodonto, levando a uma área de reabsorção radicular externa (Loguercio, Souza, & Floor, 2002).

Na técnica *Walking bleach* (Figura 51), mistura-se a solução de peróxido de hidrogénio com perborato de sódio (NaBO_3), sendo depois colocada no interior do canal para permitir uma libertação lenta durante alguns dias. Esta técnica consiste em fazer um branqueamento do interno do dente. O tratamento de canal pode alterar a cor do dente devido aos materiais obturadores, à presença de sangue na câmara pulpar ou a medicação utilizada durante o tratamento. Neste tipo de branqueamento os dentes envolvidos podem não ficar completamente brancos pois esta é uma técnica imprevisível (Haywood, 1992).



Figura 48- Branqueamento pela técnica “Walking bleach”

Fonte: (Regina & Silva, 2015)

Segundo Heller *et al.* (1992) e Al-nazhan (1983), devido aos seguintes fatores, o branqueamento dentário interno, pode dar origem a reabsorção radicular externa:

- A estrutura da dentina é permeável a diferentes tipos de soluções e o uso de agentes branqueadores fortes podem penetrar na dentina através dos túbulos dentinários. Estes agentes inflamam o ligamento periodontal originando uma reabsorção inflamatória;
- A existência de um espaço entre o cimento e o esmalte permite que a dentina exposta na área cervical deixe que o agente branqueador se movimente para os ligamentos periodontais e os tecidos adjacentes, causando a reabsorção.

O peróxido de hidrogénio liberta o oxigénio e quando isso acontece, em contacto com o sangue pode causar enfisema neste tecido. Devido à acidez da área da superfície radicular, pode observar-se a desnaturação da dentina e iniciar-se uma reabsorção inflamatória. Uma vez iniciada esta inflamação, a superfície radicular externa e os túbulos dentinários são expostos ao agente branqueador e desta forma pode dar-se a propagação da reação inflamatória e subsequentemente o processo de reabsorção.

A RRE não é observada radiograficamente logo no início do tratamento, mas sim depois de vários meses, ou até anos após o procedimento de branqueamento. No entanto, a reabsorção pode ser observada histologicamente pouco tempo depois (Madison & Walton, 1990).

Deve-se fazer um acompanhamento clínico e radiográfico dos dentes submetidos ao branqueamento para se detetar precocemente as possíveis alterações que possam acontecer. É importante prevenir a descoloração dos dentes, com a própria limpeza da câmara pulpar durante o acesso, o preparo e depois a obturação.

5. Diagnóstico

Muitas vezes fazer a distinção entre reabsorção radicular interna e externa é um desafio difícil de resolver devido a variações na anatomia do dente, radiografias ou outro tipo de exames pouco claros ou outros fatores subjacentes (como por exemplo restaurações anteriormente efetuadas). Um diagnóstico definitivo preciso, dependerá muito da experiência de quem estiver a realizá-lo.

A interpretação radiográfica é um dos aspetos mais importantes. Para isto, segundo Gartner *et al* 1976, enquadra-se um resumo (Tabela5):

Tabela 5- Resumo de sinais radiográficos de reabsorção externa e interna segundo Gartner *et al*, 1976

Lesão	Aspetos Radiográficos
Reabsorção Externa	Ápex curto, plano ou quadrado O forâmen encontra-se no ápex e a abertura pode ser detetada As paredes do canal convergem apicalmente As margens da lesão são irregulares A lesão pode-se localizar por cima do canal O canal pode permanecer inalterado até ao ápex
Reabsorção Interna	Aumento do tamanho do canal Lesão simétrica ou excêntrica As margens da lesão são nítidas, suaves e bem delimitadas O canal não se encontra na área da lesão O tamanho e a localização não são constantes

De uma forma geral, entre as principais características radiográficas que nos permitem distinguir o tipo de RR em causa, poderemos destacar que, no caso de RRI (Figura 52), a lesão radiotransparente altera a sua posição perto do canal quando os Rx são feitos utilizando diferentes tipos de ângulo. Contrariamente, na RRE a lesão radiotransparente afasta-se do canal consoante o ângulo.

Outro facto a ter em conta no diagnóstico do tipo de RR, é que na RRI a imagem apresentada é uniforme e bem definida, enquanto que na RRE a imagem apresenta uma margem irregular e rugosa.

Podemos ainda destacar que, o aspeto das imagens referentes a lesões de RRE normalmente são assimétricas ao contrário das imagens de lesões provocadas por RRI que são mais simétricas (Shanon Patel et al., 2010).

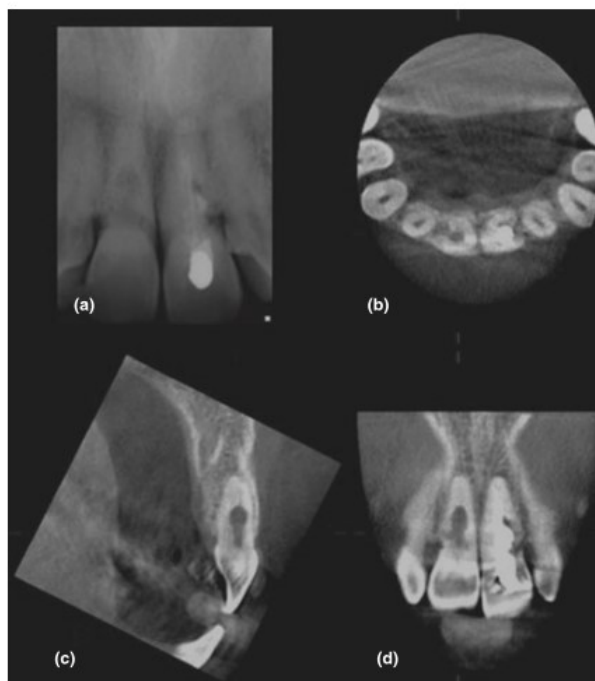


Figura 49 - Diagnóstico de RRI através do CBCT e raio X convencional.

(a) radiografia periapical (b) CBCT- corte axial (c) CBCT- corte sagital (d) CBCT- corte coronal. Diferentes vistas de um caso em que se verifica RRI do dente 1.1 e RCE do dente 2.1. Fonte: (S. Patel, 2009)

5.1. Diagnóstico de RRI

As principais características clínicas da RRI são nomeadamente a ausência de sintomas do paciente, e o facto de ser mais frequente na região média e apical da raiz.

Muitas vezes a RRI é descoberta pelo aparecimento da “zona rosa” na coroa. A polpa pode apresentar um estado necrótico completo ou parcial.

Nas lesões progressivas a porção coronal da polpa é usualmente necrótica, enquanto que a polpa apical, que inclui o defeito da RRI, pode permanecer vital. No caso da perfuração da coroa ser total, pode dar-se o aparecimento de dor (Thomas *et al.*, 2014).

Relativamente às características radiográficas, a mais comum é a presença de radiotransparências em forma circular ou oval dentro do canal radicular no caso de RRI inflamatória. A RRI mais simples (Figura 53) é apresentada por uma radiotransparência simétrica de densidade uniforme em forma de balões que saem para fora da câmara pulpar ou canal radicular. A CBCT pode ser, como referido anteriormente, de extrema utilidade para a deteção de alterações que muitas vezes escapam durante o exame clínico e radiográfico (Thomas *et al.*, 2014).

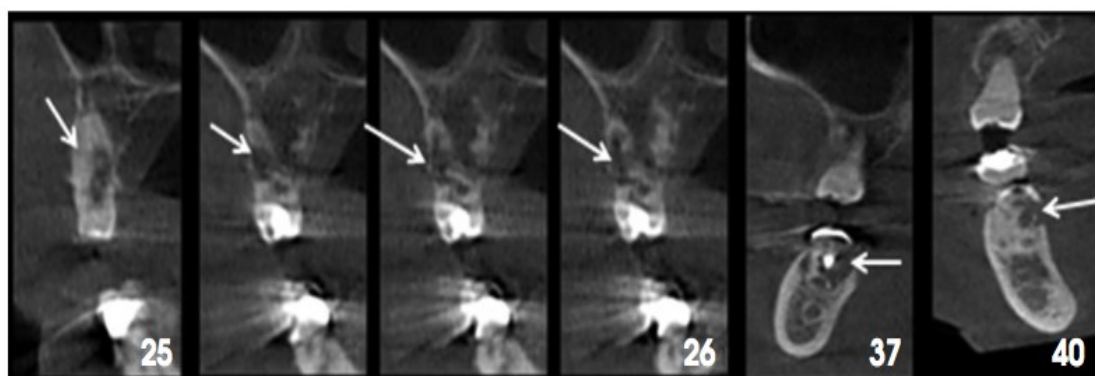


Figura 50- Imagem de RRI de um corte transversal de CBCT.

Observa-se RRI do molar. Fonte: (Celikten, Uzuntas, & Kurt, 2014).

5.2. Diagnóstico de RRE

A RRE aparece principalmente após traumatismo dos tecidos periodontais (Figura 54), sendo que estes traumatismos podem ser de diferentes tipos (Zaleckiene, V. 2014), (Elbay, U. F., 2015) e (Dias, R. S., 2009):

- **Concussão**

O dente apresenta sensibilidade ao toque, mas não se encontra nem deslocado nem com mobilidade. Não se verificam alterações radiográficas.

- **Subluxação**

O dente apresenta sensibilidade ao toque e tem alguma mobilidade. Pode verificar-se hemorragia do sulco gengival. Não se verificam alterações radiográficas.

- Luxação extrusiva

Neste tipo de traumatismo verifica-se usualmente um aspeto alongado do dente e uma mobilidade elevada. Em relação às características radiográficas, pode observar-se um aumento de espaço periodontal apical.

- Luxação lateral

Verifica-se um deslocamento do dente normalmente na direção palatina/lingual ou vestibular. Geralmente apresenta um som metálico como reação à percussão e presença de fratura do processo alveolar. Nas radiografias verifica-se um espessamento do ligamento periodontal a nível apical que é bem visualizado em exposições excêntricas ou oclusais.

- Luxação intrusiva

Neste tipo de traumatismo observa-se o movimento do dente para o interior do osso alveolar e pode apresentar um som metálico à percussão. Nos exames radiográficos, verifica-se ausência do espaço do ligamento periodontal em toda a superfície radicular ou somente numa parte da raiz.

Para avaliação e tratamento das RR, é fundamental a execução de radiografias periapicais, embora nem sempre os resultados encontrados sejam os mais conclusivos, por mais que se ajustem os ângulos do feixe de radiação.

As imagens fornecidas pela CBCT são bastante mais precisas, tornando possível observar a anatomia e as estruturas envolventes, de forma mais precisa e exata, no processo de reabsorção e anquilose dentária.

Além disso, permite ainda a visualização das superfícies radiculares com maior precisão, apresentando-se como uma peça importante para o diagnóstico das RR, uma vez que possibilita a obtenção de imagens em 3D com altas resoluções, (Figura 55) (Costa DF, 2013).

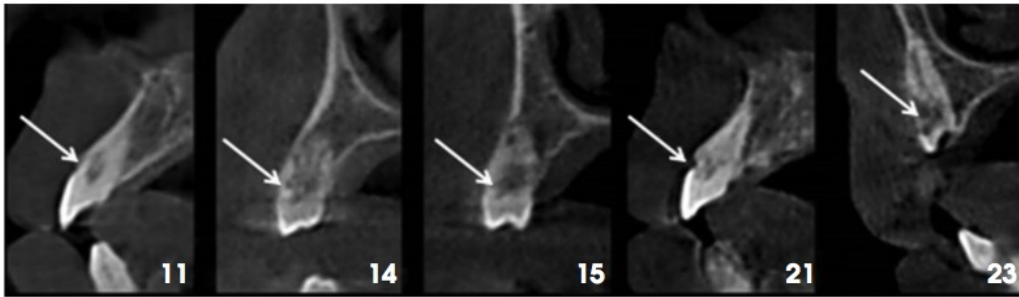


Figura 51- Corte transversal de CBCT onde se observa RRE do molar.

Fonte: (Celikten *et al.*, 2014).

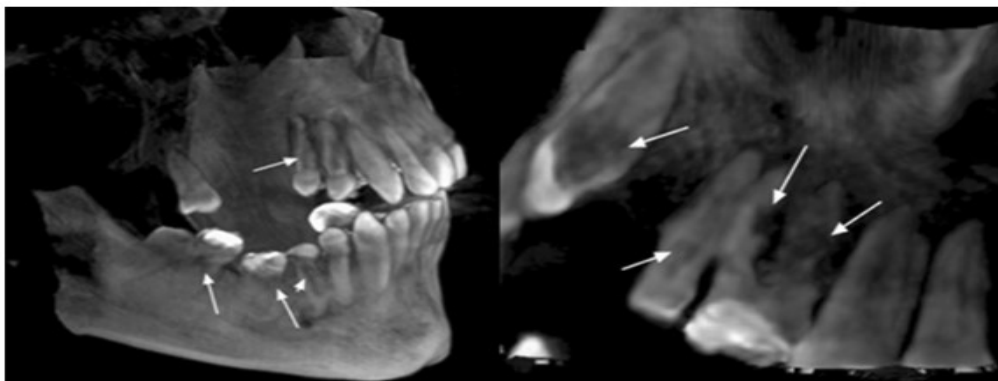


Figura 52- CBCT: Reabsorção radicular externa vs reabsorção radicular interna.

Fonte: (Celikten *et al.*, 2014)

III- CONCLUSÃO

A monografia apresentada teve como objetivo principal diferenciar os vários tipos de reabsorção radicular e mencionar os meios de diagnóstico como o raio X e a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT).

A RR pode ter diferentes origens, mas é normalmente um estado patológico que pode passar despercebido ao longo de muito tempo, uma vez que grande parte dos casos são assintomáticos.

A RR ocorre quando existem danos na camada protetora de pré-dentina ou pré-cemento, uma inflamação pulpar ou periodontal, que podem dar origem a um processo de reabsorção devido ao desequilíbrio funcional que existe entre osteoblastos e osteoclastos.

A detecção atempada da RR é muito importante para o sucesso do tratamento. Para além dos exames clínicos e das radiografias periapicais que devem ser efetuadas, vários estudos comprovam o uso da CBCT para o diagnóstico desta patologia é de extrema utilidade.

A análise de imagens a três dimensões é muito útil para podermos diferenciar o tipo de tratamento a aplicar nos diferentes tipos de RR.

Com a realização deste trabalho, conclui-se que ainda existem diversos obstáculos na obtenção do diagnóstico e no plano de tratamento das RR. Assim sendo, deve-se salientar que mais estudos são necessários para interpretar o processo de reabsorção de uma forma mais concreta, de forma a permitir um tratamento prévio mais eficaz.

Devido fundamentalmente ao CBCT ter cada vez preços mais acessíveis, à sua menor dose de radiação e à sua melhor qualidade de imagem, pode-se admitir que existirá um aumento do uso desta técnica num futuro próximo na área da Medicina Dentária. Com o auxílio da visão 3D do crânio e da face, o objetivo é que a CBCT defina atempadamente novos tipos de planos terapêuticos.

O raio X convencional é ainda a técnica mais utilizada pelos profissionais, face à sua facilidade clínica, sendo uma grande ajuda na resolução de muitos casos. No entanto, apresenta várias limitações, em comparação com a CBCT, o que poderá prejudicar o diagnóstico e tratamento de casos com mais especificidade.

IV- BIBLIOGRAFIA

- Almeida, C., Arede, E., & Vieira, S. (2008). A Descoberta e a Evolução do RX, 7–12. <http://www.tdtonline.org>.
- Molteni, R. (2014). Oral and Maxillofacial Radiology. *Comprehensive Biomedical Physics*, 139(June), 89–120. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53632-7.00205-7>
- Fidanoski, B. (2007). Digital Dental Radiography. Obtido em Junho de 2015, de <http://www.fidanoski.ca/dentistry/digital-dental-radiography.htm>
- Forrai, J. (2007). History of x-ray in dentistry. *Revista Clínica de Pesquisa Odontológica*, 5, (3), 205-211.
- Clinicians Report. (2014). Cone Beam is Rapidly Becoming Standard of Care. *Clinicians Report*, 7, (3).
- Miguel, J., Castilho, L., Alves, C., & Lopreto, R. (2010). A evolução dos aparelhos de raios-x.
- Estrela, C., Guedes, O. A., Rabelo, L. E. G., Decurcio, D. A., Alencar, A. H. G., Estrela, C. R. A., & De Figueiredo, J. A. P. (2014). Detection of apical inflammatory root Resorption associated with Periapical lesion using different methods. *Brazilian Dental Journal*, 25(5), 404–408. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201302432>
- Scarfe, W. C., Levin, M. D., Gane, D., & Farman, A. G. (2009). Use of cone beam computed tomography in endodontics. *International Journal of Dentistry*, 2009, 634567. <https://doi.org/10.1155/2009/634567>
- Shokri, A., Mortazavi, H., Salemi, F., Javadian, A., Bakhtiari, H., & Matlabi, H. (2013). Diagnosis of simulated external root resorption using conventional intraoral film radiography, CCD, PSP, and CBCT: a comparison study. *Biomedical Journal*, 36(1), 18–22. <https://doi.org/10.4103/2319-4170.107156>

- D'Addazio, P. S. S., Campos, C. N., Özcan, M., Teixeira, H. G. C., Passoni, R. M., & Carvalho, A. C. P. (2011). A comparative study between cone-beam computed tomography and periapical radiographs in the diagnosis of simulated endodontic complications. *International Endodontic Journal*, 44(3), 218–224. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01802.x>
- Patel, S., Dawood, A., Pitt Ford, T., & Whaites, E. (2007). The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *International Endodontic Journal*, 40(10), 818–830. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01299.x>
- Durack, C., & Patel, S. (2012). Cone-beam computed tomography in endodontics. *Brazilian Dental Journal*, 23, (3), 179-191.
- Hutasoit, Y., Firman, R. N., & Suzy, A. (2017). Periapical radiography using bisect technique in autistic children through nonpharmacological approach (a case report). *Journal of Dentomaxillofacial Science*, 2(2), 135. <https://doi.org/10.15562/jdmfs.v2i2.532>
- Whaites, E. (2003). Periapical Radiography. *Essentials of Dental Radiography and Radiology* 3rd Ed, 75–100.
- Gupta, A., Srivastava, R., & Jyoti, B. (2014). Intra oral periapical radiography - basics yet intrigue : A review. *Bangladesh Journal of Dental Research & Education*, 4(2), 83–87.
- Caldeira, E. J., Camilli, J. A. & Cagnon, V. H. A. Posicionador Experimental Para Posicionar Radiografias Periapicais. *RGO*, 2004, 52 (2), 124-126.
- Canino Superior Impactado. *Jornal Brasileiro de Ortodontia E Ortopedia Facial*, 9(51), 235–241.
- Coelho, R. M., Santos, K., & Sumas, R. (2008). Comparison of radiographic film holders considering periodontal aspects, 17, 80–85.
- Dellazzana, F. Z., Emidio, A., & Silva, R. (2013). Uso de posicionadores radiográficos especiais em procedimentos endodônticos: relato de caso, 73–81.

- Settanni, C. E. P. (2004). Estudo Comparativo das Técnicas Radiográficas de Clark e Keur com a Tomografia Linear no Diagnóstico Topográfico do Dente Canino Superior Impactado. *Jornal Brasileiro de Ortodontia E Ortopedia Facial*, 9(51), 235–241.
- Tyndall, D. A., & Kohltfarber, H. (2012). Application of cone beam volumetric tomography in endodontics. *Australian Dental Journal*, 57 Suppl 1, 72–81. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2011.01654.x>
- Salgado, A. & Correia, F. (2012). Tomografia computadorizada de feixe cônico e a sua aplicação em Medicina Dentária. *Revista portuguesa de estomatologia e medicina-dentaria-e-cirurgia-maxilofacial*-330, pp.47-52.
- Scarfe, W. C., Levin, M. D., Gane, D., & Farman, A. G. (2009). Use of cone beam computed tomography in endodontics. *International Journal of Dentistry*, 2009, 634567. <https://doi.org/10.1155/2009/634567>
- Cotton, T. P., Geisler, T. M., Holden, D. T., Schwartz, S. A., & Schindler, W. G. (2007). Endodontic Applications of Cone-Beam Volumetric Tomography. *Journal of Endodontics*, 33(9), 1121–1132. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.06.011>
- Khambete, N., & Kumar, R. (2015). Cone Beam Computed Tomography: A Third Eye for Dental Practitioners. *International Journal of Stomatological Research*, 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.5923/j.ijsr.20150401.01>
- Horner, K., Jacobs, R., & Schulze, R. (2013). Dental cbct equipment and performance issues. *Radiation Protection Dosimetry*, 153(2), 212–218. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncs289>
- Kiarudi, A. H., Eghbal, M. J., Safi, Y., Aghdasi, M. M., & Fazlyab, M. (2015). The Application of Cone-Beam Computed Tomography in Endodontics: a Review of Literatur. *Iranian Endodontic Journal*, 10(1), 16–25.
- Pauwels, R. (2015). Cone beam CT for dental and maxillofacial imaging: Dose matters. *Radiation Protection Dosimetry*, 165(1–4), 156–161. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncv057>

- Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2008). What is Cone-Beam CT and How Does it Work? *Dental Clinics of North America*, 52(4), 707–730. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2008.05.005>
- Suomalainen, A., Pakbaznejad Esmacili, E., & Robinson, S. (2015). Dentomaxillofacial imaging with panoramic views and cone beam CT. *Insights into Imaging*, 6(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s13244-014-0379-4>
- Nair, M. K., & Nair, U. P. (2007). Digital and Advanced Imaging in Endodontics: A Review. *Journal of Endodontics*, 33(1), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.08.013>
- Yiit Özer, S. (2011). Detection of vertical root fractures by using cone beam computed tomography with variable voxel sizes in an in vitro model. *Journal of Endodontics*, 37(1), 75–79. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.04.021>
- Contreras, M. (2013). Estudio comparativo cefalométrico de imágenes bidimensionales y volumétricas obtenidas con tomografía computurizada de haz cónico. Thesis Doctoral, Facultad de ciencias de la salud, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, Espanha.
- Patel, S. (2009). New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *International Endodontic Journal*, 42(6), 463–475. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2008.01531.x>
- Miracle, A. C., & Mukherji, S. K. (2009). Conebeam CT of the Head and Neck, Part 1: Physical Principles. *American Journal of Neuroradiology*, 30(6), 1088–1095. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A1653>
- Garib, D. G., Raymundo Jr., R., Raymundo, M. V., Raymundo, D. V., & Ferreira, S. N. (2007). Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *Revista Dental Press de Ortodontia E Ortopedia Facial*, 12(2), 139–156. <https://doi.org/10.1590/S1415-54192007000200018>

- Abramovitch, K., & Rice, D. D. (2014). Basic principles of cone beam computed tomography. *Dental Clinics of North America*, 58(3), 463–484. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2014.03.002>
- Farshey, R & Zia, P Endodontic Diagnosis: Third Dimension. *Endodontics in focus*, 2011, 137-143
- Roberts, J. A., Drage, N. A., Davies, J., & Thomas, D. W. (2009). Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. *British Journal of Radiology*, 82(973), 35–40. <https://doi.org/10.1259/bjr/31419627>
- Nikneshan, S., Valizadeh, S., Javanmard, A., & Alibakhshi, L. (2016). Effect of Voxel size on detection of external root resorption defects using cone beam computed tomography. *Iranian Journal of Radiology*, 13(3). <https://doi.org/10.5812/iranjradiol.34985>
- Jaju, P. P., & Jaju, S. P. (2015). Cone-beam computed tomography: Time to move from ALARA to ALADA. *Imaging Science in Dentistry*, 45(4), 263–265. <https://doi.org/10.5624/isd.2015.45.4.263>
- Farman, A. G. (2005). ALARA still applies. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 100(4), 395–397. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.05.055>
- Sierra-Lorenzo, A., Herrera-Garcia, A., Alonso-Ezpeleta, L. O., & Segura-Egea, J. J. (2013). Management of perforating internal root resorption with periodontal surgery and mineral trioxide aggregate: a case report with 5-year follow-up. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 33(2), e65-71. <https://doi.org/10.11607/prd.1417>
- Garib, D. G., Calil, L. R., Leal, C. R., & Janson, G. (2014). Is there a consensus for CBCT use in Orthodontics *Dental Press Journal of Orthodontics*, 19(5), 136–149. <https://doi.org/10.1590/2176-9451.19.5.136-149.sar>
- Darcey, J., & Qualtrough, A. (2013). Resorption: part 1. Pathology, classification and aetiology. *Bdj*, 214(9), 439–451. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2013.431>

- Arturo, E., Torres, D., Ronqui, L., Silvia, L., & Villar, V. (2002). 90 reabsorção radicular: revisão de literatura, 90–103.
- Harokopakis-Hajishengallis, E. (2007). Physiologic root resorption in primary teeth: molecular and histological events. *Journal of Oral Science*, 49(1), 1–12. <https://doi.org/10.2334/josnurd.49.1>
- Sak, M., Radecka, M., Karpiński, T. M., Wędrychowicz-welman, A., & Szkaradkiewicz, A. K. (2016). Tooth root resorption : etiopathogenesis and classification, 4(1), 21–31.
- Patel, S., Ricucci, D., Durak, C., & Tay, F. (2010). Internal root resorption: A review. *Journal of Endodontics*, 36(7), 1107–1121. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.03.014>
- Consolaro, A. (2013). The four mechanisms of dental resorption initiation. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 18(3), 7–9. <https://doi.org/10.1590/S2176-94512013000300004>
- Özden, B., & Acikgoz, A. (2009). Prevalence and characteristics of intracoronal resorption in unerupted teeth in the permanent dentition: A retrospective study. *Oral Radiology*, 25(1), 6–13. <https://doi.org/10.1007/s11282-009-0003-3>
- Barnabé, W., Souza, J. B., Lopes, L. G., Ruiz, L. F. N., Freitas, P. H., & Neto, T. M. (2011). Abordagem Interdisciplinar no Tratamento de Reabsorção Cervical Externa: Relato de Caso Interdisciplinary Approach in Treatment of External Invasive Resorption : Case Reports, 20(55), 359–365.
- Thomas, P., Krishna Pillai, R., Pushparajan Ramakrishnan, B., & Palani, J. (2014). An Insight into Internal Resorption. *ISRN Dentistry*, 2014, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2014/759326>
- Llamas-Carreras, J. M., Amarilla, A., Solano, E., Velasco-Ortega, E., Rodríguez-Varo, L., & Segura-Egea, J. J. (2010). Study of external root resorption during orthodontic treatment in root filled teeth compared with their contralateral teeth with vital pulps.

International Endodontic Journal, 43(8), 654–662. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01722.x>

Vantine, F. F., Carvalho, P. L. de, & Candelária, L. F. de A. (2007). ESTUDO DOS FATORES QUE ALTERAM A CRONOLOGIA DE ERUPÇÃO DENTÁRIA Study of the factors that alter the dental eruption chronology. SOTAU R. Virtual Odontol., 3(1), 18–23. Retrieved from <http://sotau.sind.googlepages.com/revista>

Brezniak, N., & Wassersteln, A. (n.d.). Root resorption after orthodontic treatment : Part 2 . Literature review, 138–146. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(05\)81763-9](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(05)81763-9)

Arturo, E., Torres, D., Ronqui, L., Silvia, L., & Villar, V. (2008). 90 reabsorção radicular: revisão de literatura, 90–103.

Heller, D., Skriber, J., & Lin, L. M. (1992). Effect of Intracoronar Bleaching on External Cervical Root Resorption, 18(4), 145–148.

Al-nazhan, S. (1983). External root resorption after bleaching : A case report, 607–609.

Lennon, M., Ajam, F., Attin, T., & Paque, F. (2003). Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique, 313–329.

Loguercio, A. D., Souza, D., & Floor, A. S. (2002). Avaliação clínica de reabsorção radicular externa em dentes desvitalizados submetidos ao clareamento Clinical evaluation of external radicular resorption in non-vital teeth submitted to bleaching, 16(2), 131–135.

Haywood, V. B. (1992). History , safety , and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique.

Madison, S., & Walton, R. (1990). Cervical Root Resorption following Bleaching of Endodontically Treated Teeth, 16(12), 570–574.

Kapila, S., Conley, R. S., & Jr, W. E. H. (2011). The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics, 24–34. <https://doi.org/10.1259/dmfr/12615645>

- Durack, C., Patel, S., Davies, J., Wilson, R., & Mannocci, F. (2011). Diagnostic accuracy of small volume cone beam computed tomography and intraoral periapical radiography for the detection of simulated external inflammatory root resorption. *International Endodontic Journal*, 44(2), 136–147. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01819.x>
- Patel, S., Brady, E., Wilson, R., Brown, J., & Mannocci, F. (2013). The detection of vertical root fractures in root filled teeth with periapical radiographs and CBCT scans. *International Endodontic Journal*, 46(12), 1140–1152. <https://doi.org/10.1111/iej.12109>
- Nascimento, G. J. F. (2006). Mecanismo, Classificação e Etiologia das Reabsorções Radiculares. *R. Fac. Odontol. Porto Alegre*, 47(3), 17–22.
- Carlos Daniel Franco, Paulo Monteiro, António de Sousa, Inês Carpinteiro, Ana Cristina Azul, J. J. M. (2015). Diagnóstico e tratamento da Reabsorção Radicular Externa - A Propósito de 3 casos clínicos. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária E Cirurgia Maxilofacial*, 35(5), 2011. <https://doi.org/10.1016/j.rpemd.2015.10.071>
- Rodrigues, L. V., Vasconcelos, A. C., Campos, P. A., & Brant, J. M. C. (2009). Apoptosis in pulp elimination during physiological root resorption in human primary teeth. *Brazilian Dental Journal*, 20(3), 179–185. <https://doi.org/S0103-64402009000300001>
- Brezniak, N., & Wassersteln, A. (1993). Root resorption after orthodontic treatment : Part 2 . Literature review, 138–146. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(05\)81763-9](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(05)81763-9)
- Consolaro, A. (2011). O conceito de reabsorções dentárias ou As reabsorções dentárias não são multifatoriais, nem complexas, controvertidas ou polêmicas! *Dental Press Journal of Orthodontics*, 16(4), 19–24. <https://doi.org/10.1590/S2176-94512011000400003>
- Bergheim, B., Rahul, M., Vijay, M., & Shraddha, K. (2010). Internal resorption : A review & case report. *Endodontology*, 22, 100–108.

- Martos J, Silveira LFM, Souza JM, Vieira MM, Silveira CF. Internal root resorption in the maxillary central incisor. *Rev Sul-Bras Odontol*. 2010 Jun;7(2):239-43.
- Consolaro, A., & Furquim, L. Z. (2014). Extreme root resorption associated with induced tooth movement: A protocol for clinical management. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 19(5), 19–26. <https://doi.org/10.1590/2176-9451.19.5.019-026.oin>
- Francisco, S. M., & Junior, M. C. (2012). Aspects and clinical procedures of eruptive changes of permanent upper canines, 17(2), 132–139. <https://doi.org/10.1590/S2176-94512012000200023>
- Fuss, Z., Tsesis, I., & Lin, S. (2003). Root resorption--diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dental Traumatology: Official Publication of International Association for Dental Traumatology*, 19(4), 175–182. <https://doi.org/10.1034/j.1600-9657.2003.00192.x>
- Dias R. S. et al. (2009). Surgical repositioning of a traumatically intruded permanent incisor in a patient with rheumatic fever: case report. *Dental Traumatology*, 25, pp. 12–5.
- Elbay. U. F.; et al. (2015). Management of an Intruded Tooth and Adjacent Tooth. Showing External Resorption as a Late Complication of Dental. Injury: Three-Year Follow-Up. *Case Reports in Dentistry*, pp. 1-7.
- Zaleckiene, V. et al. (2014). Traumatic dental injuries: etiology, prevalence and possible outcomes. *Stomatology, Baltic Dental and Maxillofacial Journal*. 16, pp. 7-14.1-13.
- Santos, E. C. A., Lara, T. S., Arantes, F. de M., Coclete, G. A., & Silva, R. S. (2007). Análise radiográfica computadorizada da reabsorção radicular apical após a utilização de duas mecânicas ortodônticas. *Revista Dental Press de Ortodontia E Ortopedia Facial*, 12(1), 48–55. <https://doi.org/10.1590/S1415-54192007000100008>
- Bartok, R. I., Vaideanu, T., Dimitriu, B., Vârlan, C. M., Suciu, I., & Podoleanu, D. (2012). External radicular resorption: Selected cases and review of the literature. *Journal of Medicine and Life*, 5(2), 145–148.

- Patel, S., Kanagasingam, S., & Pitt Ford, T. (2009). External Cervical Resorption: A Review. *Journal of Endodontics*, 35(5), 616–625. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.01.015>
- Diangelis, A. J., Andreasen, J. O., Ebeleseder, K. A., Kenny, D. J., Trope, M., Sigurdsson, A., ... Tsukiboshi, M. (2016). Guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations of permanent teeth. *Pediatric Dentistry*, 38(6), 358–368. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2011.01103.x>
- Berezougua, L., Kammoun, D., Bhourri, L., Ben Alaya, T., & Belkhir, M. S. (2011). Treatment of multiple traumatized anterior teeth associated with an alveolar bone fracture in a 15-year-old schoolboy: A 2.5-year follow up. *Dental Traumatology*, 27(2), 147–151. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2010.00967.x>
- Alves, T., Soares, T., Barreto, S., Fried, H., Pereira, G., Maia, L., & Santos, A. (2013). Multidisciplinary Approach for the Treatment of Extensive External Cervical Resorption After Dental Trauma. *Operative Dentistry*, 38(4), 349–357. <https://doi.org/10.2341/12-278-S>
- Cardoso, M., & Rocha, M. J. D. C. (2008). Identification of factors associated with pathological root resorption in traumatized primary teeth. *Dental Traumatology*, 24(3), 343–349. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2007.00554.x>
- Wriedt, S.; et al. (2010). Long-term Effects of Traumatic Injuries to Incisors and Periodontal Tissues during Childhood. A Retrospective Study. *Journal of Orofacial Orthopedics*. 71, pp. 318–29.
- Datana, S., & Radhakrishnan, V. (2011). Internal resorption: An unusual form of tooth resorption. *Medical Journal Armed Forces India*, 67(4), 364–366. [https://doi.org/10.1016/S0377-1237\(11\)60087-7](https://doi.org/10.1016/S0377-1237(11)60087-7)
- Petrovic, B., Marković, D., Peric, T., & Blagojevic, D. (2010). Factors related to treatment and outcomes of avulsed teeth. *Dental Traumatology*, 26(1), 52–59. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2009.00836.x>

- Sanabe, M., Cavalcante, L., Coldebella, C., & Abreu-e-Lima, F. (2009). Urgências em traumatismos dentários: classificação , características e procedimentos. *Rev Paul Pediatr*, 27(4), 447–451. <https://doi.org/10.1590/S0103-05822009000400015>
- ANDREASEN, J. O.; ANDREASEN, F. M. Fundamentos de traumatismo dental: guia de tratamento passo a passo. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001. 187p.
- Andreasen, J. O., Lauridsen, E., & Andreasen, F. M. (2010). Contradictions in the treatment of traumatic dental injuries and ways to proceed in dental trauma research. *Dental Traumatology*, 26(1), 16–22. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2009.00818.x>
- Hegde, N., & Hegde, M. N. (2013). Internal and External Root Resorption Management: A Report of Two Cases. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 6(1), 44–47. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1186>
- Al-nazhan, S. (1983). External root resorption after bleaching: A case report, 607–609.
- Celikten, B., Uzuntas, C. F., & Kurt, H. (2014). Multiple idiopathic external and internal resorption: Case report with cone-beam computed tomography findings. *Imaging Science in Dentistry*, 44(4), 315–320. <https://doi.org/10.5624/isd.2014.44.4.315>
- Estrela, C., Bueno, M. R., Azevedo, B. C., Azevedo, J. R., & Pécora, J. D. (2008). A New Periapical Index Based on Cone Beam Computed Tomography. *Journal of Endodontics*, 34(11), 1325–1331. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.08.013>
- Estevez, R., Aranguren, J., Escorial, A., De Gregorio, C., De La Torre, F., Vera, J., & Cisneros, R. (2010). Invasive cervical resorption class III in a maxillary central incisor: Diagnosis and follow-up by means of cone-beam computed tomography. *Journal of Endodontics*, 36(12), 2012–2014. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.08.012>
- Esposito, S. A., Huybrechts, B., Slagmolen, P., Cotti, E., Coucke, W., Pauwels, R., Jacobs, R. (2013). A novel method to estimate the volume of bone defects using cone-beam computed tomography: An in vitro study. *Journal of Endodontics*, 39(9), 1111–1115. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.04.017>

Regina, G., & Silva, D. A. (2015). Desvitalizados Com a Tecnica Walking Bleach -
Relato De Caso Internal Bleaching in Devitalized Teeth With Walking Bleach
Technique – Case Report, 24, 33–